

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-342819

(43)Date of publication of application : 14.12.2001

(51)Int.Cl.

F01N 3/02

F01N 3/08

F01N 3/20

F02D 41/04

F02D 43/00

(21)Application number : 2001-091082

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 27.03.2001

(72)Inventor : HIROTA SHINYA
TANAKA TOSHIAKI
ITO KAZUHIRO
ASANUMA TAKAMITSU
NAKATANI KOICHIRO
KIMURA KOICHI

(30)Priority

Priority number : 2000097931 Priority date : 30.03.2000 Priority country : JP

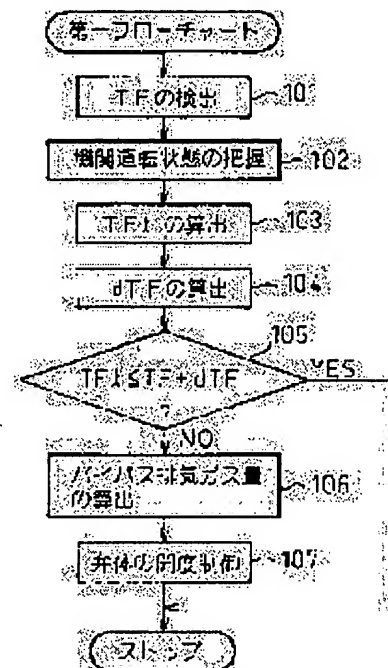
(54) EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an exhaust emission control device of an internal combustion engine capable of preventing a particulate filter from being clogged with collected particulates.

SOLUTION: This exhaust emission control device is provided with a particulate filter disposed in an engine exhaust system, and a by-pass passage allowing exhaust emission to by-pass the particulate filter. In the particulate filter, the collected particulates are oxidized, the particulate filter has oxidation removable fine particle quantity depending on the temperature of the particulate filter, and when the current exhaust gas state (step 102-104) is that the oxidation removable fine particle quantity of the particulate filter is made below the current required oxidation removable fine particle quantity (step 105), at least some of exhaust emission is forced to bypass by the bypass passage (step 107).

図2は



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.11.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the exhaust emission control device of an internal combustion engine have the following, and the particulate which carried out a uptake in the aforementioned particulate filter is oxidized, and carry out that the aforementioned particulate filter makes some exhaust gas [at least] bypass by the aforementioned bypass path when it has the oxidization removable amount of particles depending on the temperature of the aforementioned particulate filter and the present exhaust-gas state makes it less than the aforementioned oxidization removable amount of particles of the aforementioned particulate filter from the oxidization removable amount required now of particles as the feature. The particulate filter arranged at the engine exhaust air system. The bypass path which enables exhaust gas to bypass the aforementioned particulate filter.

[Claim 2] The exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 1 characterized by the active oxygen which an active oxygen discharge agent is supported by the aforementioned particulate filter, and is emitted from the aforementioned active oxygen discharge agent oxidizing a particulate.

[Claim 3] The aforementioned active oxygen discharge agent is the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 2 characterized by emitting the oxygen held when oxygen was incorporated when the excess oxygen existed in the circumference, oxygen was held and the surrounding oxygen density fell in the form of active oxygen.

[Claim 4] The aforementioned active oxygen discharge agent is the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 2 characterized by decomposing and emitting NOX and oxygen which were combined when NOX will be combined with oxygen if an excess oxygen exists in the circumference, and it holds and the surrounding oxygen density fell to NOX and active oxygen.

[Claim 5] It is the exhaust emission control device of an internal combustion engine which the aforementioned particulate filter has the oxidization removable amount of particles depending on the temperature of the aforementioned particulate filter, and is characterized by making some exhaust gas [at least] bypass by the aforementioned bypass path by having the following and oxidizing the particulate which carried out the uptake in the aforementioned particulate filter when fuel oil consumption is below the set point. The particulate filter arranged at the engine exhaust air system. The bypass path which enables exhaust gas to bypass the aforementioned particulate filter.

[Claim 6] The exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 5 characterized by the active oxygen which an active oxygen discharge agent is supported by the aforementioned particulate filter, and is emitted from the aforementioned active oxygen discharge agent oxidizing a particulate.

[Claim 7] The aforementioned active oxygen discharge agent is the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 6 characterized by emitting the oxygen held when oxygen was incorporated when the excess oxygen existed in the circumference, oxygen was held and the surrounding oxygen density fell in the form of active oxygen.

[Claim 8] The aforementioned active oxygen discharge agent is the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 6 characterized by decomposing and emitting NOX and oxygen which were combined when NOX will be combined with oxygen if an excess oxygen exists in the circumference, and it holds and the surrounding oxygen density fell to NOX and active oxygen.

[Claim 9] The exhaust emission control device of an internal combustion engine given in either of the claims 4-8 characterized by being a time of fuel oil consumption being below the set point at the idle time.

[Claim 10] The exhaust emission control device of an internal combustion engine given in either of the claims 4-8 characterized by being a time of fuel oil consumption being below the set point at the fuel cut time.

[Claim 11] The exhaust emission control device of an internal combustion engine given in either of the claims 4-8 characterized by being a time of fuel oil consumption being below the set point at the treading-in time to a brake pedal.

[Claim 12] It is the exhaust emission control device of an internal combustion engine with which the aforementioned particulate filter has the oxidization removable amount of particles depending on the temperature of the aforementioned particulate filter, and exhaust gas temperature is characterized by making some exhaust gas [at least] bypass by the aforementioned bypass path from setting temperature at the time of a low by having the following and oxidizing the particulate which carried out the uptake in the aforementioned particulate filter. The particulate filter arranged at the engine exhaust air system. The bypass path which enables exhaust gas to bypass the aforementioned particulate filter.

[Claim 13] The exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 12 characterized by the active oxygen which an active oxygen discharge agent is supported by the aforementioned particulate filter, and is emitted from the aforementioned active oxygen discharge agent oxidizing a particulate.

[Claim 14] The aforementioned active oxygen discharge agent is the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 13 characterized by emitting the oxygen held when oxygen was incorporated when the excess oxygen existed in the circumference, oxygen was held and the surrounding oxygen density fell in the form of active oxygen.

[Claim 15] The aforementioned active oxygen discharge agent is the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 13 characterized by decomposing and emitting NOX and oxygen which were combined when NOX will be combined with oxygen if an excess oxygen exists in the circumference, and it holds and the surrounding oxygen density fell to NOX and active oxygen.

[Claim 16] The exhaust emission control device of an internal combustion engine given in either of the claims 1-15 characterized by supplying oxygen to the aforementioned particulate filter when making some exhaust gas [at least] bypass by the aforementioned bypass path.

[Claim 17] The aforementioned particulate filter is the exhaust emission control device of an internal combustion engine given in either of the claims 1-15 characterized by supplying a reducing agent to the aforementioned particulate filter when it has an oxidization function and some exhaust gas [at least] is made to bypass by the bypass path.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the exhaust emission control device of an internal combustion engine.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the exhaust gas of a diesel power plant, the internal combustion engine and the particulate which makes soot a principal component are contained especially. Since a particulate is a toxic substance, arranging the filter for carrying out the uptake of the particulate before air discharge in an engine exhaust air system is proposed. Such a filter needs making the particulate which carried out the uptake burned down, in order to prevent the increase in the exhaust back pressure by blinding.

[0003] In such filter reproduction, although ignition combustion will be carried out if a particulate is set to about 600 degreeC, usually, the exhaust gas temperature of a diesel power plant is sometimes quite lower than 600 degreeC, and needs the means of usually heating the filter itself for it.

[0004] If a filter is made to support a platinum metal and an alkaline-earth-metals oxide, it is indicated by JP,7-106290,B that the particulate on a filter is continuously burned down by about 400 degreeC of a diesel power plant which is usually the exhaust gas temperature at the time.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since it does not restrict that exhaust gas temperature has always become about [400 degrees] C and a lot of particulates are emitted from a diesel power plant depending on operational status even if it uses this filter, the particulate which has not been burned down by each time may accumulate gradually on a filter.

[0006] In this filter, if a particulate accumulates to some extent, in order that particulate destruction-by-fire capacity may decline extremely, a filter is unreproducible in person any longer. Thus, only by having arranged this kind of filter in the engine exhaust air system, blinding occurs at an early stage comparatively, and the sharp fall of unit power may be brought about.

[0007] Therefore, the purpose of this invention is offering the exhaust emission control device of the internal combustion engine which can prevent the blinding by the uptake particulate in a particulate filter.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 1 by this invention The particulate filter arranged at the engine exhaust air system and the bypass path which enables exhaust gas to bypass the aforementioned particulate filter are provided. The particulate which carried out the uptake in the aforementioned particulate filter is oxidized. The aforementioned particulate filter has the oxidation removable amount of particles depending on the temperature of the aforementioned particulate filter. When the present exhaust gas state makes it less than the aforementioned oxidation removable amount of particles of the aforementioned particulate filter from the oxidation removable amount of particles required now, it is characterized by making some exhaust gas [at least] bypass by the aforementioned bypass path.

[0009] Moreover, in the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 1, an active oxygen discharge agent is supported by the aforementioned particulate filter, and the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 2 by this invention is characterized by the active oxygen emitted from the aforementioned active oxygen discharge agent oxidizing a particulate.

[0010] Moreover, it is characterized by emitting the oxygen which held the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 3 by this invention when the aforementioned active oxygen discharge agent incorporated oxygen in the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim

2 when the excess oxygen existed in the circumference, oxygen was held and the surrounding oxygen density fell in the form of active oxygen.

[0011] Moreover, it is characterized by decomposing and emitting NOX and oxygen which combined the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 4 by this invention when the aforementioned active oxygen discharge agent will combine NOX with oxygen if an excess oxygen exists in the circumference, and it holds and the surrounding oxygen density fell in the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 2 to NOX and active oxygen.

[0012] Moreover, the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 5 by this invention The particulate filter arranged at the engine exhaust air system and the bypass path which enables exhaust gas to bypass the aforementioned particulate filter are provided. The particulate which carried out the uptake in the aforementioned particulate filter is oxidized. The aforementioned particulate filter has the oxidization removable amount of particles depending on the temperature of the aforementioned particulate filter, and when fuel oil consumption is below the set point, it is characterized by making some exhaust gas [at least] bypass by the aforementioned bypass path.

[0013] Moreover, in the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 5, an active oxygen discharge agent is supported by the aforementioned particulate filter, and the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 6 by this invention is characterized by the active oxygen emitted from the aforementioned active oxygen discharge agent oxidizing a particulate.

[0014] Moreover, it is characterized by emitting the oxygen which held the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 7 by this invention when the aforementioned active oxygen discharge agent incorporated oxygen in the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 6 when the excess oxygen existed in the circumference, oxygen was held and the surrounding oxygen density fell in the form of active oxygen.

[0015] Moreover, it is characterized by decomposing and emitting NOX and oxygen which combined the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 8 by this invention when the aforementioned active oxygen discharge agent will combine NOX with oxygen if an excess oxygen exists in the circumference, and it holds and the surrounding oxygen density fell in the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 6 to NOX and active oxygen.

[0016] Moreover, the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 9 by this invention is characterized by being a time of fuel oil consumption being below the set point at the idle time in the exhaust emission control device of an internal combustion engine given in either of the claims 4-8.

[0017] Moreover, the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 10 by this invention is characterized by being a time of fuel oil consumption being below the set point at the fuel cut time in the exhaust emission control device of an internal combustion engine given in either of the claims 4-8.

[0018] Moreover, the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 11 by this invention is characterized by being a time of fuel oil consumption being below the set point at the treading-in time to a brake pedal in the exhaust emission control device of an internal combustion engine given in either of the claims 4-8.

[0019] Moreover, the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 12 by this invention The particulate filter arranged at the engine exhaust air system and the bypass path which enables exhaust gas to bypass the aforementioned particulate filter are provided. The particulate which carried out the uptake in the aforementioned particulate filter is oxidized. The aforementioned particulate filter has the oxidization removable amount of particles depending on the temperature of the aforementioned particulate filter, and exhaust gas temperature is characterized by making some exhaust gas [at least] bypass by the aforementioned bypass path from setting temperature at the time of a low.

[0020] Moreover, in the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 12, an active oxygen discharge agent is supported by the aforementioned particulate filter, and the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 13 by this invention is characterized by the active oxygen emitted from the aforementioned active oxygen discharge agent oxidizing a particulate.

[0021] Moreover, it is characterized by emitting the oxygen which held the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 14 by this invention when the aforementioned active oxygen discharge agent incorporated oxygen in the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 13 when the excess oxygen existed in the circumference, oxygen was held and the surrounding oxygen density fell in the form of active oxygen.

[0022] Moreover, it is characterized by decomposing and emitting NOX and oxygen which combined the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 15 by this invention when the

forementioned active oxygen discharge agent will combine NOX with oxygen if an excess oxygen exists in the circumference, and it holds and the surrounding oxygen density fell in the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 13 to NOX and active oxygen.

[0023] Moreover, the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 16 by this invention is characterized by supplying oxygen to the aforementioned particulate filter, when making either of the claims 1-15 bypass some exhaust gas [at least] by the aforementioned bypass path in the exhaust emission control device of the internal combustion engine of a publication.

[0024] Moreover, the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 17 by this invention is characterized by the aforementioned particulate filter supplying a reducing agent to the aforementioned particulate filter, when it has an oxidization function and some exhaust gas [at least] is made to bypass by the bypass path in the exhaust emission control device of an internal combustion engine given in either of the claims 1-15.

[0025]

[Embodiments of the Invention] Drawing 1 shows outline drawing of longitudinal section of 4 stroke diesel power plant equipped with the exhaust emission control device by this invention, drawing 2 is the enlarged vertical longitudinal sectional view of the combustion chamber in the diesel power plant of drawing 1 , and drawing 3 is the bottom plan view of the cylinder head in the diesel power plant of drawing 1 . When drawing 3 is referred to from drawing 1 , a suction port and 9 show the exhaust valve of a couple, and, as for an electric control formula fuel injection valve and 7, the inlet valve of a couple and 8 show an exhaust air port for the cavity by which a cylinder block and 3 were formed in the cylinder head for a piston and 5a, and 4 was formed [1] for an engine main part and 2 on the top face of a piston 4, the combustion chamber where 5 was formed in cavity 5a, and 6, respectively, as for 10. A suction port 8 is connected with a surge tank 12 through the corresponding inhalation-of-air branch pipe 11, and a surge tank 12 is connected with an air cleaner 14 through an air intake duct 13. In an air intake duct 13, the throttle valve 16 driven by the electric motor 15 is arranged. On the other hand, the exhaust air port 10 is connected to an exhaust manifold 17.

[0026] As shown in drawing 1 , the air-fuel ratio sensor 21 is arranged in an exhaust manifold 17. An exhaust manifold 17 and the surge tank 12 of each other are connected through the EGR path 22, and the electric control formula EGR control valve 23 is arranged in the EGR path 22. Moreover, the cooling system 24 for cooling the EGR gas which flows the inside of the EGR path 22 is arranged at the circumference of the EGR path 22. In the example shown in drawing 1 , engine cooling water is led in a cooling system 24, and EGR gas is cooled with engine cooling water.

[0027] On the other hand, each fuel injection valve 6 is connected with a fuel reservoir and the so-called common rail 26 through a fuel feeding pipe 25. The fuel which fuel was supplied into this common rail 26 from the strange fuel pump 27 with the good discharge quantity of an electric control formula, and was supplied in the common rail 26 is supplied to a fuel injection valve 6 through each fuel feeding pipe 25. The fuel pressure sensor 28 for detecting the fuel pressure in a common rail 26 to a common rail 26 is attached, and the discharge quantity of a fuel pump 27 is controlled so that the fuel pressure in a common rail 26 turns into target fuel pressure based on the output signal of the fuel pressure sensor 28.

[0028] 30 is an electronic control unit and the output signal of the air-fuel ratio sensor 21 and the output signal of the fuel pressure sensor 28 are inputted. Moreover, the load sensor 41 which generates the output voltage proportional to the amount L of trodding of an accelerator pedal 40 is connected to an accelerator pedal 40, and the output signal of the load sensor 41 is also inputted, and further, whenever 30 degrees rotates, the output signal of the crank angle sensor 42 which generates an output pulse is also inputted into an electronic control unit 30 for a crankshaft. In this way, an electronic control unit 30 operates a fuel injection valve 6, an electric motor 15, the EGR control valve 23, and a fuel pump 27 based on various signals.

[0029] As shown in drawing 2 and drawing 3 , it consists of a hole nozzle in which a fuel injection valve 6 has six nozzle mouths in the example by this invention, and from the nozzle mouth of a fuel injection valve 6, it has in the level surface according to an equiangular distance an opposite plain gauze and downward, and Fuel F is injected. As shown in drawing 3 , two fuel spray F disperses along the bottom side of the valve element of each exhaust valve 9 among six fuel spray F. Drawing 2 and drawing 3 show the time of fuel injection being performed in the compression stroke last stage. At this time, the fuel spray F progresses towards the inner skin of cavity 5a, and, subsequently carries out ignition combustion.

[0030] Drawing 4 shows the case where additional fuel is injected from a fuel injection valve 6, when the amount of lifts of an exhaust valve 9 is the maximum in inside like an exhaust air line. That is, as shown in drawing 5 , the main injection Qm is performed in near a compression top dead center, and the case where the additional fuel Qa is subsequently injected in the middle like an exhaust air line is shown. In this case, the fuel spray F which progresses in the direction of a valve element of an exhaust valve 9 goes between the umbrella part tooth back of an exhaust valve 9,

and the exhaust air port 10. That is, if injection of the additional fuel Q_a is performed while the exhaust valve 9 will open two nozzle mouths among six nozzle mouths of a fuel injection valve 6, if it says and changes, it is formed so that the fuel spray F may go between the umbrella part tooth back of an exhaust valve 9, and the exhaust air port 10. In addition, in the example shown in drawing 4, it reflects on the umbrella part tooth back of an exhaust valve 9, and the fuel spray F which the fuel spray F collided with the umbrella part tooth back of an exhaust valve 9 at this time, and collided with the umbrella part tooth back of an exhaust valve 9 goes in the exhaust air port 10.

[0031] In addition, usually, the additional fuel Q_a is not injected but only the main injection Q_m is performed. Drawing 6 expresses change of the output torque when changing air-fuel ratio A/F (horizontal axis of drawing 6) and the smoke, and the example of an experiment that shows change of the discharge of HC, CO, and NOX by changing the opening and the EGR rate of a throttle valve 16 at the time of engine low load operation. An EGR rate becomes large, so that drawing 6 may show, and air-fuel ratio A/F becomes small in this example of an experiment, and at the time of below theoretical air fuel ratio (≈ 14.6), the EGR rate has become 65% or more.

[0032] As shown in drawing 6, when air-fuel ratio A/F was made small by increasing an EGR rate, an EGR rate becomes the neighborhood 40% and air-fuel ratio A/F becomes about 30, the yield of a smoke starts increase. Subsequently, if an EGR rate is raised further and air-fuel ratio A/F is made small, the yield of a smoke will increase rapidly and will reach a peak. Subsequently, a smoke will be set to about 0 if a smoke will fall rapidly shortly, an EGR rate will be made into 65% or more, if an EGR rate is raised further and air-fuel ratio A/F is made small, and air-fuel ratio A/F becomes the 15.0 neighborhoods. Soot stops namely, almost generating. At this time, power torque falls a little and the yield of NOX becomes quite low. On the other hand, the yield of HC and CO begins to increase at this time.

[0033] Air-fuel ratio A/F shows the combustion-pressure change in the combustion chamber 5 when there are most yields of a smoke in the 21 neighborhoods, and, as for drawing 7 (A), air-fuel ratio A/F shows change of the combustion pressure in the combustion chamber 5 in case the yield of a smoke is about 0 in the 18 neighborhoods, as for drawing 7 (B). When it is shown in drawing 7 (B) whose yield of a smoke is about 0 so that it may understand, if drawing 7 (A) is compared with drawing 7 (B), compared with the case where it is shown in drawing 7 (A) with many yields of a smoke, it turns out that a combustion pressure is low.

[0034] The following thing can be said from the experimental result shown in drawing 6 and drawing 7. That is, first, when air-fuel ratio A/F is about 0 or less in 15.0, as the yield of a smoke is shown at drawing 6, the yield of NOX carries out a remarkable fall the 1st. It can be said for the combustion temperature in a combustion chamber 5 to be low that the yield of NOX fell, when it means that the combustion temperature in a combustion chamber 5 is falling, therefore soot is hardly generated. The same thing can say also from drawing 7. That is, in the state which shows in drawing 7 (B) which soot has hardly generated, the combustion pressure is low, therefore the combustion temperature in a combustion chamber 5 will be low at this time.

[0035] If the yield of a smoke, i.e., the yield of soot, is set [2nd] to about 0, as shown in drawing 6, the discharge of HC and CO will increase. It means that this is discharged without a hydrocarbon growing even to soot. That is, it will pyrolyze, if the temperature rise of a straight chain hydrocarbon and an aromatic hydrocarbon as shown in drawing 8 contained in fuel is carried out in the state where oxygen is insufficient, and the precursor of soot is formed, and the soot which consists of a solid-state with which carbon atoms subsequently mainly gathered is generated. In this case, although the generation process of actual soot is complicated and it is not clear what form the precursor of soot takes, a hydrocarbon as shown anyway in drawing 8 will grow even to soot through the precursor of soot. Therefore, although the discharge of HC and CO will increase as shown in drawing 6 if the yield of soot is set to about 0 as mentioned above, HC at this time is the precursor of soot, or the hydrocarbon of the state in front of it.

[0036] When these considerations based on the experimental result shown in drawing 6 and drawing 7 are summarized, when the combustion temperature in a combustion chamber 5 is low, the yield of soot is set to about 0, and the precursor of soot or the hydrocarbon of the state in front of it will be discharged from a combustion chamber 5 at this time. As a result of repeating experiment research still in detail about this, it became clear that soot is generated, when the fuel in a combustion chamber 5 and the gas temperature of the circumference were below a certain temperature, the growth process of soot stopped on the way, soot was not generated at all but the fuel in a combustion chamber 5 and the temperature of the circumference turned into below a certain temperature.

[0037] By the way, although it cannot say what times fuel in case the generation process of a hydrocarbon stops in the state of the precursor of soot and the temperature of the circumference, i.e., a certain above-mentioned temperature, are since it changes with various factors, such as a kind of fuel, an air-fuel ratio, and a compression ratio, this temperature of a certain has the yield of NOX, and the close relation, therefore this temperature of a certain can perform a certain thing [carrying out a grade convention] from the yield which is NOX. That is, the fuel at the time of combustion and the gas temperature of the circumference fall, and the yield of NOX falls, so that an EGR rate increases. It sets at this

time and the yield of NOX is 10p.p.m. When it becomes less than [order or it], soot stops almost generating. Therefore, for a certain above-mentioned temperature, the yield of NOX is 10p.p.m. It is mostly in agreement with the temperature when becoming less than [order or it].

[0038] Once, if soot is generated, by the after treatment using the catalyst which only has an oxidization function, can have this soot and it cannot be purified. On the other hand, it can have the precursor of soot, or the hydrocarbon of the state in front of it by the after treatment using the catalyst which has an oxidization function, and it can be purified easily. Thus, while reducing the yield of NOX, it is very effective in purification of exhaust gas to make a hydrocarbon discharge from a combustion chamber 5 in the precursor of soot or the state in front of it.

[0039] Now, it is necessary to suppress the fuel at the time of the combustion in a combustion chamber 5 in stopping growth of a hydrocarbon in the state before soot is generated, and the gas temperature of the circumference to temperature lower than the temperature by which soot is generated. In this case, it has become clear that an endothermic operation of the gas of the circumference of the fuel at the time of fuel burning influences very greatly to suppress the gas temperature of fuel and its circumference.

[0040] That is, the fuel which evaporated when only air existed in the circumference of fuel reacts with the oxygen in air immediately, and burns. In this case, the temperature of the air which is separated from fuel does not rise so much, but only the temperature of the circumference of fuel becomes local very high. That is, at this time, the air which is separated from fuel hardly performs an endothermic operation of the heat of combustion of fuel. In this case, since combustion temperature becomes local very high, the unburnt hydrocarbon which received this heat of combustion will generate soot.

[0041] On the other hand, when fuel exists in a lot of inert gas and the mixed gas of little air, situations differ a little. In this case, evaporation fuel will react with the oxygen which is spread around and intermingled in inert gas, and will burn. In this case, since heat of combustion is absorbed by surrounding inert gas, combustion temperature will not rise so much. That is, combustion temperature can be stopped low. That is, in suppressing combustion temperature, the role with important existence of inert gas is played, and combustion temperature can be low stopped by endothermic operation of inert gas.

[0042] In this case, the amount only of inert gas which may absorb sufficient heating value to do so is needed for suppressing the gas temperature of fuel and its circumference to temperature lower than the temperature by which soot is generated. Therefore, the amount of inert gas which is needed if fuel quantity increases will increase in connection with it. In addition, an endothermic operation becomes powerful, therefore the big gas of inert gas of the specific heat will be desirable, so that the specific heat of inert gas is large in this case. It can be said that it is desirable to use EGR gas as inert gas since the specific heat is comparatively large as for this point, CO₂, or EGR gas.

[0043] Drawing 9 shows the relation between the EGR rate when changing the cooling degree of EGR gas, and a smoke, using EGR gas as inert gas. That is, in drawing 9, the case where Curve A cooled EGR gas powerfully and EGR-gas ** is maintained to about 90 degreeC is shown, Curve B shows the case where EGR gas is cooled with a small cooling system, and Curve C shows the case where EGR gas is not cooled compulsorily.

[0044] If the yield of soot serves as a peak in the place where an EGR rate is somewhat lower than 50% and an EGR rate is made about 55% or more in this case when EGR gas is cooled powerfully, as shown by the curve A of drawing 9, soot will hardly be generated. If the yield of soot serves as a peak in the place where an EGR rate is somewhat higher than 50% and an EGR rate is made about 65% or more in this case on the other hand when a little EGR gas is cooled, as shown by the curve B of drawing 9, soot will hardly be generated.

[0045] Moreover, if the yield of soot serves as a peak in the neighborhood whose EGR rate is 55% and an EGR rate is made about 70% or more in this case when EGR gas is not cooled compulsorily, as shown by the curve C of drawing 9, soot will hardly be generated. In addition, the yield of a smoke when the engine load of drawing 9 is comparatively high is shown, if an engine load becomes small, the EGR rate from which the yield of soot serves as a peak will fall a little, and the minimum of the EGR rate which soot stops almost generating will also fall a little. Thus, the minimum of the EGR rate which soot stops almost generating changes according to the cooling degree and engine load of EGR gas.

[0046] Drawing 10 shows the amount of mixed gas of EGR gas and air required when EGR gas is used as inert gas, in order to make fuel at the time of combustion, and gas temperature of the circumference into temperature lower than the temperature by which soot is generated, the rate of the air in this amount of mixed gas, and the rate of the EGR gas in this mixed gas. In addition, in drawing 10, the vertical axis shows the total inhalation capacity inhaled in a combustion chamber 5, and the chain line Y shows the total inhalation capacity which can be inhaled in a combustion chamber 5, when supercharge is not performed. Moreover, the horizontal axis shows the demand load and Z1 shows a low load operating range.

[0047] If drawing 10 is referred to, the rate of air, i.e., the air content in mixed gas, shows the air content required for making the injected fuel burn completely. That is, in the case where it is shown in drawing 10, the ratio of an air

content and injection fuel quantity is theoretical air fuel ratio. On the other hand, when the rate of EGR gas of EGR gas, i.e., the amount in mixed gas, is made to burn to injection fuel in drawing 10, the necessary minimum amount of EGR gas is shown in making gas temperature of fuel and its circumference into temperature lower than the temperature in which soot is formed. This amount of EGR gas is about 55% or more, when expressed with an EGR rate, and it is 70% or more in the example shown in drawing 10. When total inhalation capacity inhaled in the combustion chamber 5 is made into a solid line X in drawing 10 and it is made a rate as shows the rate of the air content of all these inhalation capacity X, and the amount of EGR gas to drawing 10, the gas temperature of fuel and its circumference turns into temperature lower than the temperature by which soot is generated, and soot stops namely, generating it at all thus. Moreover, the NOX yield at this time is 10p.p.m. It is less than [it] approximately, therefore the yield of NOX becomes very little.

[0048] Since the calorific value at the time of fuel burning will increase if fuel oil consumption increases, in order to maintain the gas temperature of fuel and its circumference to temperature lower than the temperature by which soot is generated, you have to increase the amount of absorption of the heat by EGR gas. Therefore, you have to make the amount of EGR gas increase, as shown in drawing 10 as injection fuel quantity increases. That is, the amount of EGR gas needs to increase as a demand load becomes high.

[0049] On the other hand, in the load field Z2 of drawing 10, all inhalation capacity Y that all inhalation capacity X required to prevent generating of soot can inhale will be exceeded. Therefore, for supplying all inhalation capacity X required to prevent generating of soot in this case in a combustion chamber 5, it is necessary to supercharge or pressurize the both sides of EGR gas and inhalation air, or EGR gas. In not supercharging or pressurizing EGR gas etc., in the load field Z2, all inhalation capacity X is in agreement with all inhalation capacity Y that can be inhaled. Therefore, in order to prevent generating of soot in this case, while decreasing an air content a little and increasing the amount of EGR gas, fuel is made to burn in a basis with a rich air-fuel ratio.

[0050] In the low load operating range Z1 shown in drawing 10 although the case where drawing 10 burns fuel under theoretical air fuel ratio is shown as mentioned above, at least an air content rather than the air content shown in drawing 10 That is, it is 10p.p.m about the yield of NOX, preventing generating of soot, even if it makes an air-fuel ratio rich. Even if it makes [more] an air content in the low load field Z1 which can make it less than [order or it], and is shown in drawing 10 than the air content shown in drawing 10 That is, it is 10p.p.m about the yield of NOX, preventing generating of soot, even if it makes the average of an air-fuel ratio into RIN of 17 to 18. It can be made less than [order or it].

[0051] That is, if an air-fuel ratio is made rich, although fuel will become superfluous, since combustion temperature is suppressed by low temperature, superfluous fuel does not grow even to soot and soot is not generated thus. Moreover, at this time, NOX does not carry out little deer generating extremely, either. On the other hand, by this invention, if combustion temperature becomes high when an average air-fuel ratio is RIN, or even when an air-fuel ratio is theoretical air fuel ratio, although little soot will be generated, since combustion temperature is suppressed by low temperature, soot is not generated at all. Furthermore, NOX does not carry out little deer generating extremely, either.

[0052] Thus, in an engine low load operating range Z1, if irrespective of an air-fuel ratio, i.e., an air-fuel ratio, will probably be rich and it will be theoretical air fuel ratio, or if an average air-fuel ratio is RIN, soot will not be generated but the yield of NOX will become very little. Therefore, considering improvement in specific fuel consumption, it can be said that it is desirable to make the average air-fuel ratio at this time into RIN.

[0053] by the way, the fuel at the time of the combustion in a combustion chamber and the gas temperature of the circumference -- growth of a hydrocarbon -- on the way -- there is little calorific value according [that it comes out and can suppress below to the temperature to stop] to combustion -- an engine load is comparatively restricted at the time of a low Therefore, in the example by this invention, an engine load suppresses the fuel at the time of combustion, and the gas temperature of the circumference comparatively below to the temperature which growth of a hydrocarbon stops on the way at the time of a low, and it is made to perform the first combustion, i.e., low-temperature combustion, and when an engine load is comparatively high, it is made to perform the second combustion, i.e., the combustion to which it is carried out more ordinarily than before. In addition, rather than the amount of the worst inert gas from which the yield of soot serves as the maximum so that clearly from explanation of the former in here, the thing of the combustion which there are many amounts of inert gas of a combustion chamber, and soot hardly generates is said, and the combustion to which it is carried out more ordinarily than the second combustion, i.e., the former, says the thing of combustion with few amounts of inert gas of a combustion chamber than the amount of the worst inert gas from which the yield of soot serves as the

[0054] Drawing 11 shows the 2nd combustion zone II to which the first combustion, i.e., the 1st operating range I to which low-temperature combustion is performed and the second combustion, i.e., the combustion by the conventional combustion method, is performed. In addition, in drawing 11, the vertical axis L shows, the amount of trodding, i.e.,

the demand load, of an accelerator pedal 40, and the horizontal axis N shows the engine rotational frequency. Moreover, in drawing 11, X (N) shows the 1st boundary of the 1st operating range I and the 2nd operating range II, and Y (N) shows the 2nd boundary of the 1st operating range I and the 2nd operating range II. A change judgment of a operating range from the 1st operating range I to the 2nd operating range II is made based on the 1st boundary X (N), and a change judgment of a operating range to the 1st operating range I is made based on the 2nd boundary Y (N) from the 2nd operating range II.

[0055] That is, if the demand load L crosses the 1st boundary X (N) which is the function of the engine rotational frequency N when an engine's operational status is in the 1st operating range I and low-temperature combustion is performed, it will be judged that a operating range moved to the 2nd operating range II, and combustion by the conventional combustion method is performed. Subsequently, if the demand load L becomes lower than the 2nd boundary Y (N) which is the function of the engine rotational frequency N, it will be judged that a operating range moved to the 1st operating range I, and low-temperature combustion will be performed again.

[0056] Drawing 12 shows the output of the air-fuel ratio sensor 21. As shown in drawing 12, the output current I of the air-fuel ratio sensor 21 changes according to air-fuel ratio A/F. Therefore, an air-fuel ratio can be known from the output current I of the air-fuel ratio sensor 21. Next, the operation control in the 1st operating range I and the 2nd operating range II is explained roughly, referring to drawing 13.

[0057] Drawing 13 shows the opening of the throttle valve 16 to the demand load L, the opening of the EGR control valve 23, an EGR rate, an air-fuel ratio, fuel injection timing, and the injection quantity. The opening of a throttle valve 16 is made to increase gradually in the 1st operating range I of a low of the demand load L from [near the close by-pass bulb completely] to a half-opening grade, as shown in drawing 13 as the demand load L becomes high, and the opening of the EGR control valve 23 is made to increase gradually from [near the close by-pass bulb completely] to full open as the demand load L becomes high. moreover, in the example shown in drawing 13, an EGR rate may be about 70% in the 1st operating range I -- having -- **** -- an air-fuel ratio -- only -- foolish ** -- it considers as the RIN RIN air-fuel ratio

[0058] if it puts in another way -- the 1st operating range I -- an EGR rate -- about 70% -- becoming -- an air-fuel ratio -- only -- foolish ** -- the opening of a throttle valve 16 and the opening of the EGR control valve 23 are controlled to become a RIN RIN air-fuel ratio in addition, the air-fuel ratio at this time -- the output signal of the air-fuel ratio sensor 21 -- being based -- the opening of the EGR control valve 23 -- an amendment -- it is controlled by things by the target RIN air-fuel ratio Moreover, in the 1st operating range I, fuel injection is performed in front of the compression top dead center TDC. In this case, injection start stage θ_{S} becomes late as the demand load L becomes high, and injection start stage θ_{S} becomes late as completion stage of injection θ_{E} also becomes late.

[0059] In addition, at the time of idling operation, a throttle valve 16 is closed to near the close by-pass bulb completely, and it is made to also close the EGR control valve 23 to near the close by-pass bulb completely at this time. Since the pressure in the first combustion chamber 5 of compression will become low if a throttle valve 16 is closed to near the close by-pass bulb completely, a compression pressure becomes small. Since a work of compression with a piston 4 will become small if a compression pressure becomes small, vibration of the engine main part 1 becomes small. That is, in order to suppress vibration of the engine main part 1 at the time of idling operation, a throttle valve 16 is made to close the valve to near the close by-pass bulb completely.

[0060] On the other hand, when an engine's operating range changes to the 2nd operating range II from the 1st operating range I, the opening of a throttle valve 16 is made to increase in the shape of a step in the full open direction from a half-opening state. In the example shown in drawing 13 at this time, an EGR rate is made to decrease in the shape of a step from about 70% to 40 or less %, and an air-fuel ratio is enlarged the shape of a step. That is, since an EGR rate jumps over the EGR rate range (drawing 9) which generates a lot of smokes, when an engine's operating range changes to the 2nd operating range II from the 1st operating range I, a lot of smokes do not occur.

[0061] Combustion currently performed from the former is performed in the 2nd operating range II. Although soot and NOX occur a little, when thermal efficiency is high compared with low-temperature combustion, therefore an engine's operating range changes to the 2nd operating range II from the 1st operating range I, the injection quantity is made to decrease in the shape of a step in this combustion method, as shown in drawing 13.

[0062] In the 2nd operating range II, a throttle valve 16 is held except for a part at a full open state, and opening of the EGR control valve 23 will be gradually made small, if the demand load L becomes high. In this operating range II, an EGR rate becomes so low that the demand load L becomes high, and an air-fuel ratio becomes so small that the demand load L becomes high. However, even if the demand load L becomes high, let an air-fuel ratio be a RIN air-fuel ratio. Moreover, let injection start stage θ_{S} be near compression top dead center TDC in the 2nd operating range II.

[0063] Drawing 14 shows air-fuel ratio A/F in the 1st operating range I. In drawing 14, each curve shown by A/F=15.5, A/F=16, A/F=17, and A/F=18 shows the time of air-fuel ratios being 15.5, 16, 17, and 18, respectively, and

the air-fuel ratio between each curve is defined by proportional distribution. As shown in drawing 14, in the 1st operating range I, the air-fuel ratio serves as RIN, and further, by the 1st operating range I, air-fuel ratio A/F is made into RIN, so that the demand load L becomes low.

[0064] That is, the calorific value by combustion decreases, so that the demand load L becomes low. Therefore, even if it reduces an EGR rate so that the demand load L becomes low, low-temperature combustion can be performed. Air-fuel ratio A/F is enlarged as an air-fuel ratio becomes large, therefore it is shown in drawing 14 and the demand load L will become low, if an EGR rate is reduced. In order for specific fuel consumption to improve, so that air-fuel ratio A/F becomes large, therefore to make an air-fuel ratio into RIN as much as possible, by this example, air-fuel ratio A/F is enlarged as the demand load L becomes low.

[0065] In addition, as the target opening ST of the throttle valve 16 required to consider as the target air-fuel ratio which shows an air-fuel ratio to drawing 14 is shown in drawing 15 (A), it memorizes in ROM32 beforehand in the form of a map as a function of the demand load L and the engine rotational frequency N. As the target opening SE of the EGR control valve 23 required to consider as the target air-fuel ratio which shows an air-fuel ratio to drawing 14 is shown in drawing 15 (B), it memorizes in ROM32 beforehand in the form of a map as a function of the demand load L and the engine rotational frequency N.

[0066] Drawing 16 shows the target air-fuel ratio in case the second combustion, i.e., the ordinary combustion by the conventional combustion method, is performed. In addition, each curve shown by $A/F=24$, $A/F=35$, $A/F=45$, and $A/F=60$ in drawing 16 shows the target air-fuel ratios 24, 35, 45, and 60, respectively. As the target opening ST of the throttle valve 16 required to make an air-fuel ratio into this target air-fuel ratio is shown in drawing 17 (A), it memorizes in ROM32 beforehand in the form of a map as a function of the demand load L and the engine rotational frequency N. As the target opening SE of the EGR control valve 23 required to make an air-fuel ratio into this target air-fuel ratio is shown in drawing 17 (B), it memorizes in ROM32 beforehand in the form of a map as a function of the demand load L and the engine rotational frequency N.

[0067] In this way, by the diesel power plant of this example, based on the amount L of treading in of an accelerator pedal 40, and the engine rotational frequency N, it is switched, the first combustion, i.e., low-temperature combustion, and the second combustion, i.e., ordinary combustion, and opening control of a throttle valve 16 and an EGR valve is carried out on the map shown in drawing 15 or drawing 17 in each combustion based on the amount L of treading in of an accelerator pedal 40, and the engine rotational frequency N.

[0068] Drawing 18 is the plan showing an exhaust emission control device, and drawing 19 is the side elevation. This exhaust emission control device possesses second connection 72b which connects first connection 72a which connects the change section 71 the one side of the change section 71 connected to the downstream of an exhaust manifold 17 through the exhaust pipe 18, a particulate filter 70, and a particulate filter 70, and the other side of a particulate filter 70 and the change section 71, and the flueway 73 of the downstream of the change section 71. The change section 71 possesses valve element 71a which makes it possible to intercept an exhaust air flow within the change section 71. Valve element 71a is driven by the negative pressure actuator or the step motor. In one interception position of valve element 71a, while the upstream in the change section 71 is opened for free passage with first connection 72a, the downstream in the change section 71 is opened for free passage with second connection 72b, and exhaust gas flows from the one side of a particulate filter 70 to the other side, as an arrow shows to drawing 18.

[0069] Moreover, drawing 20 shows the interception position of another side of valve element 71a. In this interception position, while the upstream in the change section 71 is opened for free passage with second connection 72b, the downstream in the change section 71 is opened for free passage with first connection 72a, and exhaust gas flows from the other side of a particulate filter 70 to one side, as an arrow shows to drawing 20. In this way, it becomes possible by switching valve element 71a to be able to reverse the direction of the exhaust gas which flows into a particulate filter 70, namely, to reverse the exhaust air upstream and exhaust air downstream of a particulate filter 70.

[0070] Thus, this exhaust emission control device makes it possible to reverse the exhaust air upstream and exhaust air downstream of a particulate filter by very easy composition. Moreover, in a particulate filter, although a big effective-area product is needed in order to make the inflow of exhaust gas easy, it is usable in the particulate filter which has a big effective-area product, without worsening vehicles loading nature in this exhaust emission control device, as shown in drawing 18 and 19.

[0071] Moreover, drawing 21 shows the mid-position between two interception positions in valve element 71a. In this mid-position, without passing the high particulate filter 70 of passage resistance, by not intercepting the inside of the change section 71, as an arrow shows, exhaust gas bypasses a particulate filter 70 to drawing 20, and flows to a flueway 72 directly to it. Thus, opening control in arbitrary positions is possible for valve element 71a by the above-mentioned actuator. However, it is used for one interception position, usually being carried out.

[0072] The structure of a particulate filter 70 is shown in drawing 22. In addition, in drawing 22, (A) is the front view

of a particulate filter 70, and (B) is a side cross section. As shown in these drawings, this particulate filter 70 is a wall flow type which makes the honeycomb structure which has an ellipse transverse-plane configuration, for example, was formed from a porous material like a cordylite, and has the direction space of an axis of a large number subdivided by the septum 54 which extends in many directions of an axis. In the two adjoining direction space of an axis, with a plug 53, one side is closed by the exhaust air downstream, and another side is closed by the exhaust air upstream. In this way, one side of the two adjoining direction space of an axis serves as the inflow path 50 of exhaust gas, another side serves as the outflow path 51, and to drawing 22 (B), exhaust gas surely passes a septum 54, as an arrow shows.

Although the particulate in exhaust gas is very small as compared with the size of the pore of a septum 54, on the exhaust air inlet face of a septum 54, and the pore front face in a septum 54, it collides and the uptake of it is carried out. In this way, each septum 54 functions as a uptake wall which carries out the uptake of the particulate. In this particulate filter 70, in order to carry out oxidization removal of the particulate by which the uptake was carried out, the active oxygen discharge agent preferably explained below also on the pore front face in a septum 54 using an alumina etc. and the noble metal catalyst are supported on the both-sides front face of a septum 54.

[0073] An active oxygen discharge agent emits the oxygen held when promote particulate oxidization by emitting active oxygen, oxygen was incorporated when the excess oxygen existed in the circumference preferably, oxygen was held and the surrounding oxygen density fell in the form of active oxygen.

[0074] As a noble metal catalyst, usually, Platinum Pt is used and at least one chosen from alkaline earth metal like Potassium K, Sodium Na, Lithium Li, Caesium Cs, alkali metal like Rubidium Rb, Barium Ba, Calcium calcium, and Strontium Sr as an active oxygen discharge agent, Lanthanum La, rare earth like Yttrium Y, and transition metals is used.

[0075] In addition, it is desirable to use alkali metal or alkaline earth metal K with an ionization tendency higher than Calcium calcium, i.e., a potassium, Lithium Li, Caesium Cs, Rubidium Rb, Barium Ba, and Strontium Sr as an active oxygen discharge agent in this case.

[0076] Next, the particulate filter which supports such an active oxygen discharge agent explains what oxidization removal of the particulate by which the uptake was carried out is carried out taking the case of the case of Platinum Pt and Potassium K. Even if it uses other noble metals, alkali metal, alkaline earth metal, rare earth, and transition metals, the same particulate removal operation is performed.

[0077] By the diesel power plant, combustion is usually performed by the basis with superfluous air, therefore exhaust gas includes a lot of excess airs. That is, if the ratio of the air and fuel which were supplied to the inhalation-of-air path and the combustion chamber is called the air-fuel ratio of exhaust gas, this air-fuel ratio serves as RIN. Moreover, in the combustion chamber, since NO occurs, NO is contained in exhaust gas. Moreover, Sulfur S is contained in fuel, and this sulfur S reacts with oxygen by the combustion chamber, and serves as SO₂. Therefore, SO₂ is contained in exhaust gas. Therefore, an excess oxygen and the exhaust gas containing NO and SO₂ will flow into the exhaust air upstream of a particulate filter 70.

[0078] Drawing 23 (A) and (B) express typically the enlarged view of the exhaust gas contact surface in a particulate filter 70. In addition, in drawing 23 (A) and (B), 60 shows the particle of Platinum Pt, and 61 shows the active oxygen discharge agent containing Potassium K.

[0079] Since a lot of excess oxygens are contained in exhaust gas as mentioned above, if exhaust gas contacts in the exhaust gas contact surface of a particulate filter, as shown in drawing 23 (A), these oxygen O₂ will adhere to the front face of Platinum Pt in the form of O₂⁻ or O₂⁻. On the other hand, NO in exhaust gas reacts with O₂⁻ or O₂⁻ on the front face of Platinum Pt, and turns into NO₂ (2 NO+O₂ → 2NO₂). Subsequently, being absorbed in the active oxygen discharge agent 61, and combining with Potassium K oxidizing on Platinum Pt, a part of generated NO₂ is diffused in the active oxygen discharge agent 61 in the form of nitrate-ion NO₃⁻, as shown in drawing 23 (A), and it generates a potassium nitrate KNO₃. Thus, in this example, NOX contained in exhaust gas can be absorbed to a particulate filter 70, and the burst size to the inside of the atmosphere can be decreased sharply.

[0080] On the other hand, as mentioned above, SO₂ is also contained in exhaust gas, and this SO₂ is also absorbed in the active oxygen discharge agent 61 by the same mechanism as NO. That is, as mentioned above, oxygen O₂ has adhered to the front face of Platinum Pt in the form of O₂⁻ or O₂⁻, and SO₂ in exhaust gas reacts with O₂⁻ or O₂⁻ on the front face of Platinum Pt, and turns into SO₃. Subsequently, a part of generated SO₃ is diffused in the active oxygen discharge agent 61 in the form of sulfate-ion SO₄²⁻, being absorbed in the active oxygen discharge agent 61, and combining with Potassium K oxidizing further on Platinum Pt, and it generates potassium sulfate K₂SO₄. Thus, in the active oxygen discharge catalyst 61, a potassium nitrate KNO₃ and potassium sulfate K₂SO₄ are generated.

[0081] The particulate in exhaust gas adheres on the front face of the active oxygen discharge agent 61 supported by the particulate filter, as drawing 23 (B) shown in 62. this time -- a particulate -- an oxygen density falls in the contact surface of 62 and the active oxygen discharge agent 61 if an oxygen density falls -- between the inside of the high

active oxygen discharge agent 61 of an oxygen density -- a concentration difference -- being generated -- thus -- the oxygen in the active oxygen discharge agent 61 -- a particulate -- it is going to move towards the contact surface of 62 and the active oxygen discharge agent 61 consequently, the potassium nitrate KNO_3 currently formed in the active oxygen discharge agent 61 decomposes into Potassium K and Oxygen O and NO -- having -- Oxygen O -- a particulate -- NO is emitted to the active oxygen discharge agent 61 shell exterior toward the contact surface of 62 and the active oxygen discharge agent 61 NO emitted outside oxidizes on the platinum Pt of a downstream, and is again absorbed in the active oxygen discharge agent 61.

[0082] on the other hand, potassium sulfate K_2SO_4 currently formed in the active oxygen discharge agent 61 at this time is also decomposed into Potassium K and oxygen O and SO_2 -- having -- Oxygen O -- a particulate -- SO_2 is emitted to the active oxygen discharge agent 61 shell exterior toward the contact surface of 62 and the active oxygen discharge agent 61 SO_2 emitted outside oxidizes on the platinum Pt of a downstream, and is again absorbed in the active oxygen discharge agent 61. However, since potassium sulfate K_2SO_4 is stable, it cannot emit active oxygen easily compared with a potassium nitrate KNO_3 .

[0083] on the other hand -- a particulate -- the oxygen O which goes to the contact surface of 62 and the active oxygen discharge agent 61 is oxygen decomposed from the potassium nitrate KNO_3 or a compound like potassium sulfate K_2SO_4 The oxygen O decomposed from the compound has high energy, and has very high activity. Therefore, the oxygen which goes to the contact surface of particulate 62 and the active oxygen discharge agent 61 is active oxygen O. these active oxygen O -- a particulate -- if 62 is contacted -- particulate 62 -- the number from several minutes -- it is made to oxidize, without emitting a luminous flame in a sufficient short time moreover, a particulate -- the active oxygen O which oxidizes 62 is emitted when NO and SO_2 are absorbed to the active oxygen discharge agent 61 That is, it is considered to be spread in the form of nitrate-ion NO_3^- in the active oxygen discharge agent 61, NOX repeating combination and separation of an oxygen atom, and active oxygen also generates it in the meantime. Particulate 62 is made to oxidize by this active oxygen. moreover, the particulate which adhered on the particulate filter 70 in this way - although 62 is made to oxidize by active oxygen O, these particulate 62 are made to oxidize by the oxygen in exhaust gas

[0084] By the way, since Platinum Pt and the active oxygen discharge agent 61 are activated so that the temperature of a particulate filter becomes high, the amount of the active oxygen O emitted to per unit time from the active oxygen discharge agent 61 increases, so that the temperature of a particulate filter becomes high. Moreover, it becomes that oxidization removal is easy to be carried out, so that own temperature of a particulate is high with a natural thing. Therefore, without emitting a luminous flame on a particulate filter per unit time, the oxidization removable amount of particles which can oxidization remove a particulate increases, so that the temperature of a particulate filter becomes high.

[0085] The solid line of drawing 24 shows the oxidization removable amount G of particles in which oxidization removal is possible, without emitting a luminous flame to per unit time, and the horizontal axis shows the temperature TF of a particulate filter in drawing 24 . In addition, although drawing 24 shows at the time of [of particles / G] making unit time into 1 second (i.e., the oxidization removable amount per second), it can adopt arbitrary time, such as 1 minute and 10 etc. minutes, as this unit time. For example, when 10 minutes is used as unit time, the oxidization removable amount G of particles per unit time will express the oxidization removable amount G of particles per for 10 minutes, and it increases, without emitting a luminous flame on a particulate filter 70 also by this case per unit time, so that the temperature of a particulate filter 70 becomes highly in the oxidization removable amount G of particles in which oxidization removal is possible, as is shown in drawing 24 .

[0086] When the particulate amount discharged by per unit time from a combustion chamber is called the amount M of eccrisis particles, this amount M of eccrisis particles Now, when fewer than the oxidization removable amount G of particles, The amount M of eccrisis particles per second For example, when fewer than the oxidization removable amount G of particles per second, The amount M of eccrisis particles per 10 minutes Or when fewer than the oxidization removable amount G of particles per 10 minutes, That is, in the field I of drawing 24 , the inside of a short time carries out oxidization removal one by one, without all the particulates discharged from the combustion chamber emitting a luminous flame on a particulate filter 70.

[0087] On the other hand, when [than the oxidization removable amount G of particles] more, in the field II of drawing 24 , the amount of active oxygen wants the amount M of eccrisis particles for oxidizing one by one in all particulates. Drawing 25 (A) - (C) shows the situation of the particulate oxidization in such a case.

[0088] that is, when oxidizing all particulates runs short of the amounts of active oxygen, it is shown in drawing 25 (A) -- as -- a particulate -- the particulate portion which a part of particulate 62 oxidized when 62 adhered on the active oxygen discharge agent 61, and did not fully oxidize remains on the exhaust air upstream side of a particulate filter Subsequently, if the state where the amounts of active oxygen are insufficient continues, the particulate portion which

did not oxidize from a degree to a degree will remain on an exhaust air upstream face, and as shown in drawing 25 (B) as a result, the exhaust air upstream face of a particulate filter will come to be worn by the remains particulate portion 63.

[0089] If such a remains particulate portion 63 deteriorates in the quality of carbon which cannot oxidize easily gradually and an exhaust air upstream face is being worn by the remains particulate portion 63, the oxidation of NO by Platinum Pt and SO₂ and a discharge operation of the active oxygen by the active oxygen discharge agent 61 will be suppressed. although the remains particulate portion 63 can be gradually oxidized by that cause if many hours are spent, it is shown in drawing 25 (C) -- as -- another particulate on the remains particulate portion 63 -- 64 accumulates on a degree from a degree That is, if a particulate accumulates in the shape of a laminating, since these particulates have separated distance from Platinum Pt or the active oxygen discharge agent, even if it is the particulate which metaphor oxidation is easy to be carried out, it does not oxidize by active oxygen. Therefore, still more nearly another particulate accumulates from a degree on this particulate 64 to a degree. That is, if more states than the oxidization removable amount G of particles continue [the amount M of eccrisis particles], on a particulate filter, a particulate will accumulate in the shape of a laminating.

[0090] Thus, a particulate is made to oxidize in the field I of drawing 24 by the inside of a short time, without emitting a luminous flame on a particulate filter, and a particulate accumulates in the shape of a laminating on a particulate filter in the field II of drawing 24 . Therefore, if relation between the amount M of eccrisis particles and the oxidization removable amount G of particles is made into Field I, particulate deposition of a up to [a particulate filter] can be prevented. consequently, the pressure loss of the exhaust air gas stream in a particulate filter 70 -- completely -- ** -- it is maintained by the minimum pressure-loss value of about 1 law, without changing so that you may say A power fall is maintainable thus to the minimum. However, if it does not restrict that this is always realized but nothing is carried out, a particulate may accumulate on a particulate filter.

[0091] In this example, according to the first flow chart shown in drawing 26 by the above-mentioned electronic control unit 30, opening control of valve element 71a was carried out, and particulate deposition in a particulate filter is prevented. This flow chart is repeated for every predetermined time. First, the temperature TF of a particulate filter is detected in Step 101. In this detection, a temperature sensor is prepared in a particulate filter and it detects directly. Moreover, you may make it compute the temperature of a particulate filter based on exhaust air capacity, exhaust gas temperature, etc. which flowed into the particulate filter for every predetermined time from engine starting. Subsequently, the present engine operational status is grasped using the load sensor 41 and crank angle sensor 42 grade. It is grasped whether in the case of the diesel power plant of this example, which combustion system of the two combustion systems is adopted. It is possible to presume exhaust air capacity, exhaust gas temperature, the oxygen density in exhaust gas, the amount of eccrisis particles, etc. by grasp of this operational status.

[0092] Subsequently, in Step 103, the oxidization removable amount of particles of the particulate filter needed now based on an oxygen density, the amount of eccrisis particles, etc. in exhaust gas is computed, and the minimum temperature TFt of a particulate filter which brings about this oxidization removable amount of particles is computed. At Step 104, the amount dTF of temperature changes of a particulate filter is computed based on the temperature TF of the present particulate filter, exhaust air capacity, exhaust gas temperature, etc.

[0093] Subsequently, at Step 105, in a particulate filter, the amount dTF of temperature changes is applied to the present temperature TF, and it is judged whether the result exceeds the minimum temperature TFt. For example, if the present temperature TF of a particulate filter is quite high, and the judgment in Step 105 is affirmed even when exhaust gas temperature is lower than this temperature TF and reduces the temperature of a particulate filter, there is especially no problem, and valve element 71a will be considered as as [of one interception position], and will be ended.

[0094] However, since a particulate accumulates on a particulate filter and oxidization removal becomes difficult, it is made for exhaust gas to bypass with this, without passing a particulate filter, when the judgment in Step 105 is denied. The exhaust air capacity made to bypass is computed at Step 106. The amount of eccrisis particles of particles, i.e., the amount which flows into a particulate filter, is reduced by half, and the minimum temperature TFt and the amount dTF of temperature changes in Steps 103 and 104 can also lower the required minimum temperature TFt, if the exhaust gas which is the case where the whole quantity of exhaust gas flows into a particulate filter, for example, flows into a particulate filter serves as half. Furthermore, although the amount dTF of temperature changes serves as a minus value from the temperature TF of the present [exhaust gas temperature] of a particulate filter at a low case, this absolute value can be made small. In this way, when valve element 71a is made the suitable opening between the present interception position and the above-mentioned mid-position by the present temperature TF of a particulate filter in Step 107 in a low case not a difference with big judgment at Step 105 but when denied, and exhaust gas temperature makes some exhaust gas computed in Step 106 bypass from it, particulate deposition with a particulate filter can be prevented.

[0095] Of course, in order that exhaust gas temperature may prevent the temperature fall with a particulate filter very sharp to a low case, valve element 71a is made into the mid-position, and makes all exhaust gas bypass. By the way, what is necessary is for the oxidization removable amount of particles required now computed in Step 103 just to be always unable to carry out oxidization removal only of the present amount of eccrisis particles. For example, if a fuel cut is carried out at the time of an engine slowdown etc., although the amount of eccrisis particles will serve as zero mostly If the minimum temperature T_{Ft} is made below into 100 degreeC (refer to drawing 24) by making the oxidization removable amount of particles required at this time into zero When the temperature of a particulate filter actually becomes below 100 degreeC, the temperature up of the temperature of a particulate filter will not immediately be carried out, and it cannot carry out oxidization removal of almost all the particulates at the time of next engine acceleration. Therefore, the required oxidization removable amount of particles is always carried out to more than the specified quantity, namely, as for the minimum temperature T_{Ft} of a particulate filter, it is desirable to make it not less than for example, 200 degreeC.

[0096] Moreover, although the amount of eccrisis particles becomes abundant depending on engine operational status and the judgment in Step 105 may be denied, it is possible by making some exhaust gas bypass also at this time to be able to reduce the amount of eccrisis particles of particles, i.e., the amount which flows into a particulate filter, and to prevent particulate deposition with a particulate filter.

[0097] Drawing 27 is the second flow chart which replaces with the first flow chart and is carried out, in order to prevent particulate deposition in a particulate filter. This is explained below. This flow chart is also repeated for every predetermined time. First, in Step 201, it is judged whether there is less present fuel oil consumption TAU than the specified quantity TAU₁. There is comparatively much fuel oil consumption TAU, and when this judgment is denied, since an exhaust-gas temperature becomes high, temperature of a particulate filter is not reduced sharply, valve element 71a is considered as as [of one interception position], and it ends it.

[0098] On the other hand, when the judgment in Step 201 is affirmed When exhaust gas temperature becomes low and a particulate filter is made to pass all exhaust gas, in order to reduce the temperature of a particulate filter sharply and to make the oxidization removable amount of particles fall sharply So that there is [exhaust gas temperature] little fuel oil consumption and many exhaust gas may bypass a low, without passing a particulate filter Bypass exhaust air capacity is computed and opening control of the valve element 71a is carried out between one interception position and the mid-position in Step 203 based on this bypass exhaust air capacity.

[0099] In this way, by making all exhaust gas bypass at the time of the fuel cut to which exhaust gas serves as the degree of low temperature very much for example, making some exhaust gas bypass and preventing the sharp temperature fall of a particulate filter, when exhaust gas is not the degree of low temperature so much, the oxidization removable amount of particles of a particulate filter can be maintained comparatively highly, and particulate deposition in a particulate filter can be prevented.

[0100] Of course, when judgment of Step 201 is affirmed, in order to prevent the temperature fall of a particulate filter certainly, you may make it make all exhaust gas bypass in this flow chart. Although it is rough control as compared with the first flow chart, since this flow chart does not need complicated calculation, it is very easy. Moreover, it detects that replaced with judgment of the fuel oil consumption in Step 201, for example, the operator broke in the brake pedal during the vehicles run, and since a fuel cut is carried out, you may make it make all exhaust gas bypass at this time. Moreover, for example, it detects that the operator has released the accelerator pedal during a vehicles halt, since it is at the idle time at this time, fuel oil consumption is slight, and you may make it make all or some exhaust gas bypass.

[0101] Though the particulate remains to the particulate filter septum when exhaust gas is made to bypass with the first flow chart and the second flow chart, a particulate does not accumulate further on a remains particulate with the bypass of exhaust gas. Thereby, oxidization removal of this remains particulate is gradually carried out by the active oxygen emitted from the active oxygen discharge agent of a septum. The active oxygen emitted from an active oxygen discharge agent is limited, and if an active oxygen discharge agent does not absorb the oxygen in atmosphere like the above-mentioned after it emits active oxygen and uses it for particulate oxidization removal, active oxygen discharge of it cannot newly be carried out. In this way, if all exhaust gas is bypassed, new oxygen may not be supplied to the circumference of a septum, but the absorption/emission of the oxygen by such active oxygen discharge agent may become inactive by oxygen deficiency, and the oxidization removal of the remains particulate may not be able to be carried out completely. Moreover, the particulate which does not touch the active oxygen discharge agent of a septum cannot oxidize easily due to oxygen deficiency. Although it always is not necessary in the first flow chart and the second flow chart to do so by that cause in case exhaust gas is made to bypass, it is desirable that make it some [at least] exhaust gas pass a particulate filter, and it does not make the circumference of a particulate filter septum oxygen deficiency, without making all exhaust gas bypass.

[0102] connection [first] 72a Drawing 29 is the plan showing another example of an exhaust emission control device, and the difference from the exhaust emission control device shown in drawing 18 is that the oxyecioia supply equipment 74a and 74b which reaches and supplies oxygen to each of second connection 72b is formed. It is possible for while to become an exhaust air upstream and to supply oxygen to connection 72a or 72b by this example, when some exhaust gas passes a particulate filter as mentioned above preferably. Thereby, the oxygen deficiency of the circumference of a particulate filter septum is prevented certainly, and can carry out oxidization removal of the particulate which remains to a particulate filter septum certainly into an exhaust air bypass.

[0103] Drawing 30 is the plan of an exhaust emission control device showing another example further, and the difference from the exhaust emission control device shown in drawing 18 is that the reducing-agent feeders 75a and 75b which supply a reducing agent broadly like fuel to the both sides of a particulate filter are formed. When some exhaust gas passes a particulate filter as mentioned above preferably by this example, it is possible to supply a reducing agent to the exhaust air entrance side of a particulate filter. Thereby, the exhaust air entrance section of a particulate filter not only carries out a temperature up with this heat of combustion, but this reducing agent is burned good [without becoming oxygen deficiency] by oxidation catalyst like the platinum Pt supported by the particulate filter septum, and this heat of combustion carries out the temperature up also of the exhaust air outlet section of a particulate filter with exhaust gas. In this way, since the whole particulate filter is made to carry out a temperature up, the oxidization removable amount of particles of a particulate filter can improve, and oxidization removal of the remains particulate of a septum can be certainly carried out into an exhaust air bypass. In this example, use of the useless reducing agent of adhering to the wall of Connections 72a and 72b is prevented, and a reducing-agent feeder can make a reducing agent necessary minimum, in order to supply a reducing agent to a particulate filter directly.

[0104] Moreover, in the first flow chart and the second flow chart, although it is temporarily at a target, the exhaust gas which does not pass a particulate filter will be emitted into the atmosphere. However, in the first flow chart, since it is at the time with very few [there is little fuel oil consumption and] amounts of eccrisis particles when the amount of eccrisis particles becomes abundant and exhaust gas is except the degree of low temperature comparatively namely, it seldom becomes a problem.

[0105] By the way, a particulate will remain in a wall flow type particulate filter which was used by this example, without carrying out the collision uptake of the exhaust gas to the exhaust air inlet face of a septum 54 which mainly collides and the exhaust air gas-stream opposed face in pore, i.e., one uptake side of a septum 54, and carrying out oxidization removal of the discharge of the active oxygen from the uptake side of one of these to it being inadequate altogether to a uptake particulate. Although such particulate remains are mostly prevented by the first flow chart and the second flow chart Though a particulate remains to one uptake side of a septum as shown in drawing 28 (A) for a certain reason Since valve element 71a in the change section 71 can switch the exhaust air upstream and exhaust air downstream of a particulate filter possible [considering as two interception positions] as mentioned above periodical - irregular -- every predetermined mileage -- or if valve element 71a is switched to the interception position of another side after valve element 71a is made into the mid-position by the first flow chart or the second flow chart, oxidization removal of these remains and the deposition particulate can be carried out

[0106] Because, oxidization removal of the remains particulate is gradually carried out by the active oxygen which a particulate does not accumulate further on the particulate which remains to one uptake side of a septum, and is emitted by inversion with the exhaust air upstream of a particulate filter, and an exhaust air downstream from one uptake side. Moreover, it is destroyed easily, and is subdivided by the exhaust air gas stream of an opposite direction, and the particulate which remains especially in the pore of a septum mainly moves the inside of pore to a downstream by it, as shown in drawing 28 (B).

[0107] When this distributes many subdivided particulates in the pore of a septum, namely, a particulate flows, the opportunity by which contacts directly the active oxygen discharge agent which the pore internal surface of a septum was made to support, and oxidization removal is carried out increases. in this way, it becomes that a remains particulate is boiled markedly and it is easy to carry out oxidization removal by making an active oxygen discharge agent support also into the pore of a septum Furthermore, in addition to this oxidization removal, oxidization removal is carried out by the active oxygen which the new particulate in exhaust gas adhered and was emitted from the active oxygen discharge agent by the uptake side of another side of the septum 54 which became an upstream by the adverse current of exhaust gas, i.e., the exhaust air inlet face of a septum 54 with which exhaust gas mainly collides in present, and the exhaust air gas-stream opposed face in pore (one uptake side serves as a relation of an opposite side). A part of active oxygen emitted from the active oxygen discharge agent on the occasion of these oxidization removal moves to a downstream with exhaust gas, and it carries out oxidization removal of the particulate which still remains also by the adverse current of exhaust gas.

[0108] That is, the remaining active oxygen used for the particulate oxidization removal in respect of the uptake of

another side of a septum by the adverse current of not only the active oxygen in a septum emitted to the remains particulate of a uptake side from this uptake side but exhaust gas comes with exhaust gas. By reversing the exhaust air upstream and exhaust air downstream of a particulate filter, and using one uptake side of a particulate filter septum, and the uptake side of another side for a particulate uptake by turns by that cause Though the particulate has accumulated on one uptake side of a particulate filter septum in the shape of a laminating to some extent at the time of an inversion By the adverse current of exhaust gas for active oxygen to arrive also at this deposition particulate in addition, since a particulate does not accumulate further If oxidization removal is carried out gradually and a deposition particulate has a certain amount of time by next adverse current, oxidization removal is fully possible for it between them. In this way, if the first uptake side and the second uptake side are used for a particulate uptake by turns, as compared with the case where the uptake of the particulate is always carried out in respect of a single uptake, the amount of particulate uptakes in each uptake side can be reduced, and it is advantageous to particulate oxidization removal.

[0109] Moreover, though a lot of particulates have accumulated on one uptake side of a particulate filter septum when reversing the exhaust air upstream and exhaust air downstream of a particulate filter Since this deposition particulate is destroyed and subdivided comparatively easily by the adverse current of exhaust gas, although some particulates which were not able to carry out oxidization removal within the pore of a septum will be discharged from a particulate filter The exhaust back pressure of a particulate filter increases further, and does not have a bad influence on a vehicles run, a lot of deposition particulates carry out ignition combustion at once, and the erosion of the particulate filter is not carried out with a lot of heat of combustion. Moreover, a particulate new uptake becomes possible according to the uptake side of another side of a particulate filter septum.

[0110] Moreover, if the air-fuel ratio of exhaust gas is made rich (i.e., if the oxygen density in exhaust gas is reduced), active oxygen O will be emitted to the active oxygen discharge agent 61 shell exterior at a stretch. A deposition particulate becomes what is easy to oxidize, and oxidization removal is easily carried out by the active oxygen O emitted to this breath.

[0111] On the other hand, if the air-fuel ratio is maintained by RIN, the front face of Platinum Pt will be worn with oxygen, and the so-called oxygen poisoning of Platinum Pt will arise. If such oxygen poisoning arises, in order for the oxidization operation to NOX to fall, the absorption efficiency of NOX falls, and the active oxygen burst size from the active oxygen discharge agent 61 falls thus. However, since the oxidization operation to NOX will become strong if oxygen poisoning is canceled, therefore an air-fuel ratio is again switched to rich shell RIN, since the oxygen on a platinum Pt front face will be consumed if an air-fuel ratio is made rich, the absorption efficiency of NOX becomes high, and the active oxygen burst size from the active oxygen discharge agent 61 increases thus.

[0112] Therefore, since oxygen poisoning of Platinum Pt will be canceled each time if an air-fuel ratio is occasionally switched temporarily richly from RIN when the air-fuel ratio is maintained by RIN, an active oxygen burst size in case an air-fuel ratio is RIN increases, and the particulate oxidization operation on a particulate filter 70 can be promoted thus.

[0113] Furthermore, so to speak, since the dissolution of this oxygen poisoning is combustion of a reducing substance, it carries out the temperature up of the particulate filter with generation of heat. The oxidization removable amount of particles in a particulate filter improves by that cause, and remains and oxidization removal of further a deposition particulate become easy. If the air-fuel ratio of exhaust gas is made rich immediately after switching the exhaust air upstream and exhaust air downstream of a particulate filter by valve element 71a, since it is easy to emit active oxygen as compared with one uptake side, oxidization removal of the remains particulate of one uptake side can be carried out still more certainly by still a lot of active oxygen emitted in the uptake side of another side in the particulate filter septum to which the particulate does not remain. Of course, regardless of a switch of valve element 71a, the air-fuel ratio of exhaust gas may be occasionally made rich, thereby, to a particulate filter, it remains, and is hard to deposit and a particulate becomes.

[0114] What is necessary is just to carry out the above-mentioned low-temperature combustion as a method of making the air-fuel ratio of exhaust gas rich, for example. Of course, when usually switching from combustion to low-temperature combustion, you may make it switch the exhaust air upstream and exhaust air downstream of a particulate filter in advance of it. Moreover, in order to make the air-fuel ratio of exhaust gas rich, you may only make a combustion air-fuel ratio rich. Moreover, in addition to the usual main-fuel injection by the compression stroke, an exhaust air line may inject fuel in a cylinder in an expansion stroke by the engine fuel injection valve (post injection), or fuel may be injected in a cylinder in an intake stroke (BIGOMU injection). Of course, post injection or BIGOMU injection does not necessarily need to prepare an interval between main-fuel injections. Moreover, it is also possible to supply fuel to an engine exhaust air system. Moreover, as mentioned above, since low-temperature combustion is carried out by the engine low load side, low-temperature combustion is carried out immediately after the fuel cut at the

time of an engine slowdown. In this way, there are many opportunities for low-temperature combustion to be carried out immediately after making valve element 71a into the mid-position. Moreover, it is also possible by supplying a reducing agent by the above-mentioned reducing-agent feeder to make the air-fuel ratio of exhaust gas rich.

[0115] By the way, the calcium calcium in exhaust gas will generate a calcium sulfate CaSO_4 , if SO_3 exists. Oxidization removal will be hard to be carried out and this calcium sulfate CaSO_4 will remain as an ash on a particulate filter. Therefore, in order to prevent the blinding of the particulate filter by remains of a calcium sulfate, it is desirable to use alkali metal with an ionization tendency higher than Calcium calcium or alkaline earth metal K, for example, a potassium, as an active oxygen discharge agent 61, and SO_3 diffused in the active oxygen discharge agent 61 combines with Potassium K, and forms potassium sulfate K_2SO_4 , and thereby, Calcium calcium passes the septum of a particulate filter, without combining with SO_3 . Therefore, it is lost that a particulate filter carries out blinding with an ash. In this way, it will be desirable to use alkali metal or alkaline earth metal K with an ionization tendency higher than Calcium calcium, i.e., a potassium, Lithium Li, Caesium Cs, Rubidium Rb, Barium Ba, and Strontium Sr as an active oxygen discharge agent 61, as mentioned above.

[0116] Moreover, even if it makes a particulate filter support only noble metals like Platinum Pt as an active oxygen discharge agent, active oxygen can be made to emit from NO_2 held on the front face of Platinum Pt, or SO_3 . However, the solid line which shows the oxidization removable amount G of particles in this case moves to right-hand side a little compared with the solid line shown in drawing 24. Moreover, it is also possible to use Seria as an active oxygen discharge agent. If the oxygen density of Seria in exhaust gas is high, it will absorb oxygen ($\text{Ce}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{CeO}_2$), and since it is what ($2\text{CeO}_2 \rightarrow \text{Ce}_2\text{O}_3$) emits active oxygen when the oxygen density in exhaust gas falls, it needs to make the air-fuel ratio in exhaust gas periodically rich to an indeterminate term for particulate oxidization removal. It may replace with Seria and iron or tin may be used.

[0117] Moreover, it is also possible to use the NOX occlusion reduction catalyst used for the NOX purification in exhaust gas as an active oxygen discharge agent. In this case, it is desirable for it to be necessary to make the air-fuel ratio of exhaust gas rich temporarily at least, in order to make NOX or SOX emit, and to carry out this rich-ized control after an inversion with the upstream of a particulate filter and a downstream.

[0118] Thus, although it is desirable to enable an inversion of the exhaust air upstream and exhaust air downstream of a particulate filter, this does not limit this invention and you may make it, make all or some of exhaust gas bypass by the bypass path which only opens the upstream and exhaust side of a particulate filter for free passage if needed, of course. Moreover, although the diesel power plant of this operation form shall usually switch combustion with low-temperature combustion and shall be carried out, this cannot limit this invention and, of course, this invention can be applied also to the diesel power plant which usually only burns, or the gasoline engine which discharges a particulate.

[0119] In this example, the particulate filter itself supports an active oxygen discharge agent, and although oxidization removal of the particulate shall be carried out by the active oxygen which this active oxygen discharge agent emits, this does not limit this invention. For example, even if quality of a particulate oxide, such as a nitrogen dioxide which functions on a par with active oxygen and active oxygen, is emitted from the matter which a particulate filter or it was made to support, you may make it flow into a particulate filter from the exterior. When the quality of a particulate oxide flows from the outside, in order to carry out the uptake of the particulate By using the first uptake side and the second uptake side of a uptake wall by turns, while became an exhaust air downstream. in respect of a uptake It is possible for a particulate not to newly accumulate, and for that it is also gradual to carry out oxidization removal of this deposition particulate by the particulate oxidization component which flows from the uptake side of another side, and to fully carry out oxidization removal of the deposition particulate in a certain amount of time. In during this period, since oxidization by the particulate oxidization component is performed with a particulate uptake, the same effect as the above-mentioned is brought about in the uptake side of another side. Moreover, in this case, the temperature up of a particulate filter raises own temperature of a particulate, and becomes that it is easy to carry out oxidization removal.

[0120]
[Effect of the Invention] Thus, the bypass path which enables exhaust gas to bypass the particulate filter arranged at the engine exhaust air system according to the exhaust emission control device of the internal combustion engine by this invention is provided. The particulate which carried out the uptake in the particulate filter is oxidized. a particulate filter It has the oxidization removable amount of particles depending on the temperature of a particulate filter. the present exhaust gas state with a lot of amounts of discharge particles or by reducing the temperature of a particulate filter When making it less than the oxidization removable amount of particles of a particulate filter from the oxidization removable amount of particles required now, some exhaust gas [at least] is made to bypass by the bypass path. Thereby, oxidization removal of the particulate by which a uptake is carried out to a particulate filter is carried out good by sufficient oxidization removable amount of particles, and the blinding of a particulate filter is prevented with it.

[0121] Moreover, the bypass path which enables exhaust gas to bypass the particulate filter arranged at the engine exhaust air system according to the exhaust emission control device of another internal combustion engine by this invention is provided. The particulate which carried out the uptake in the particulate filter is oxidized. a particulate filter It has the oxidization removable amount of particles depending on the temperature of a particulate filter, and when fuel oil consumption is below the set point, some exhaust gas [at least] is made to bypass by the bypass path. Oxidization removal of the particulate in which the exhaust gas of the degree of low temperature does not reduce the temperature of a particulate filter sharply, and a uptake is carried out to a particulate filter by that cause by sufficient oxidization removable amount of particles is carried out good, and the blinding of a particulate filter is prevented.

[0122] Moreover, according to the exhaust emission control device of another internal combustion engine, to the pan by this invention The bypass path which enables exhaust gas to bypass the particulate filter arranged at the engine exhaust air system is provided. The particulate which carried out the uptake in the particulate filter is oxidized. a particulate filter It has the oxidization removable amount of particles depending on the temperature of a particulate filter, and when exhaust gas temperature is below setting temperature, some exhaust gas [at least] is made to bypass by the bypass path. Oxidization removal of the particulate in which the exhaust gas of the degree of low temperature does not reduce the temperature of a particulate filter sharply, and a uptake is carried out to a particulate filter by that cause by sufficient oxidization removable amount of particles is carried out good, and the blinding of a particulate filter is prevented.

[Translation done.]

* NOTICES *

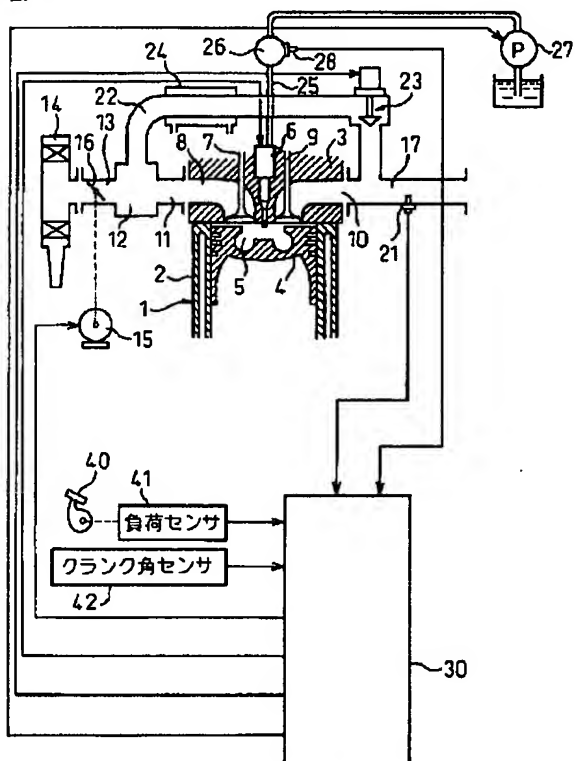
Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

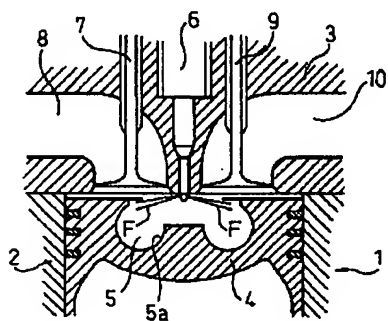
[Drawing 1]

図 1



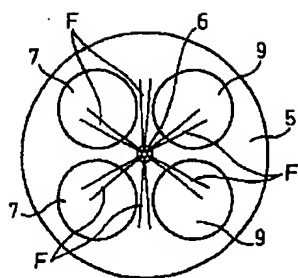
[Drawing 2]

図 2



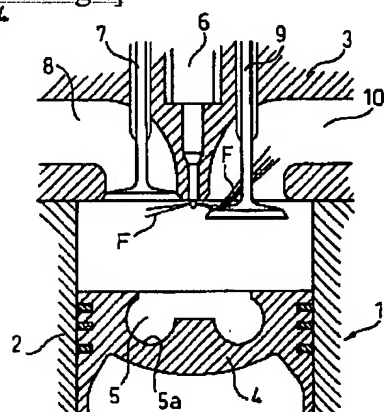
[Drawing 3]

図 3



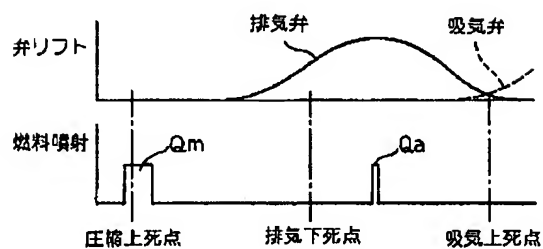
[Drawing 4]

図 4



[Drawing 5]

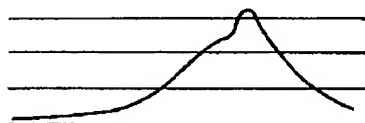
図 5



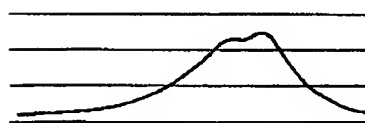
[Drawing 7]

図 7

(A)

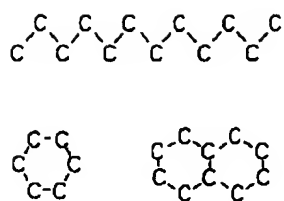


(B)



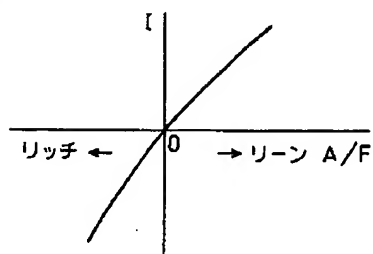
[Drawing 8]

図 8



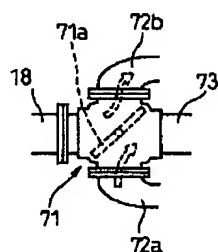
[Drawing 12]

図 12



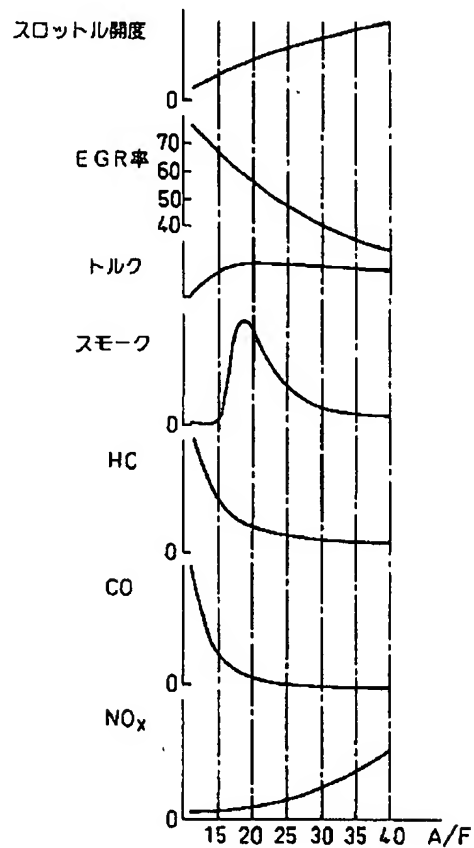
[Drawing 20]

図 20

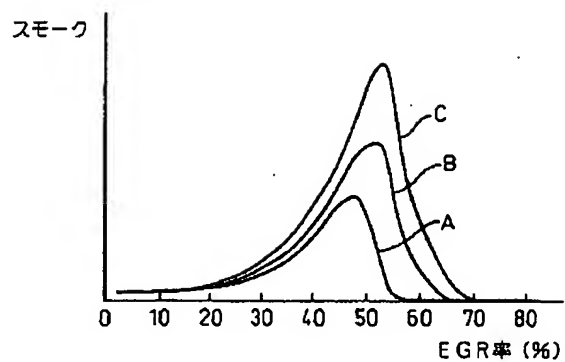


[Drawing 6]

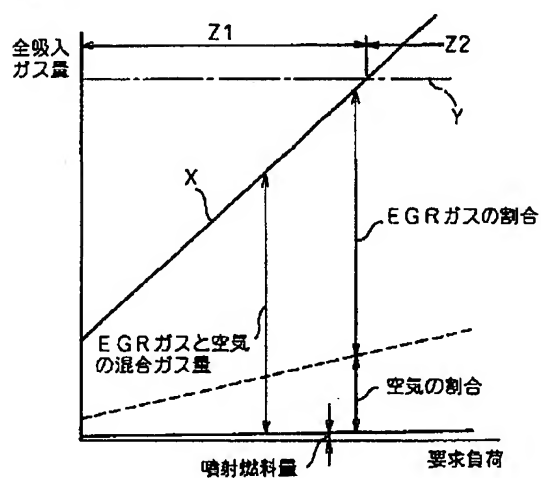
図 6



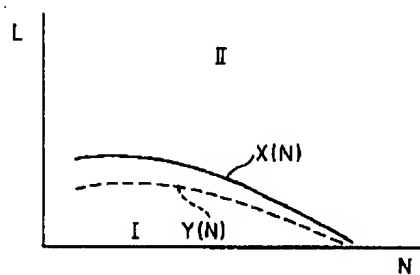
[Drawing 9]
図 9



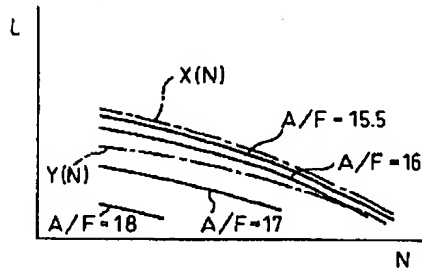
[Drawing 10]
図 10



[Drawing 11]
図 11

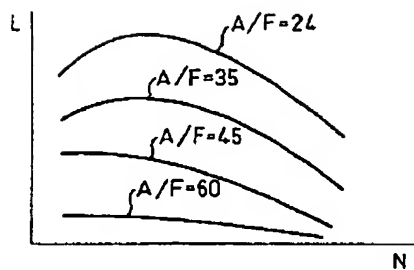


[Drawing 14]
図 14



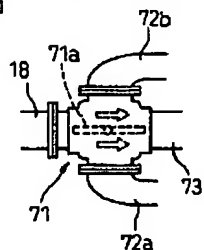
[Drawing 16]

図 16



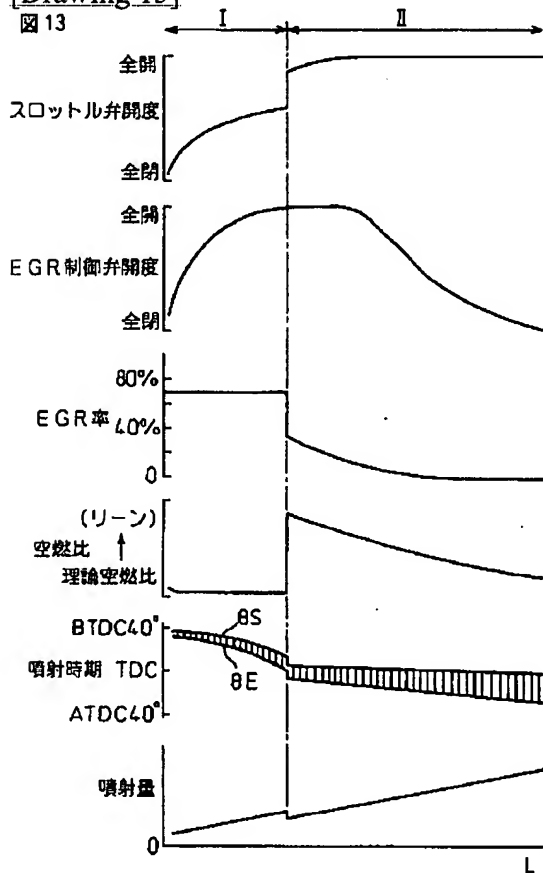
[Drawing 21]

図 21



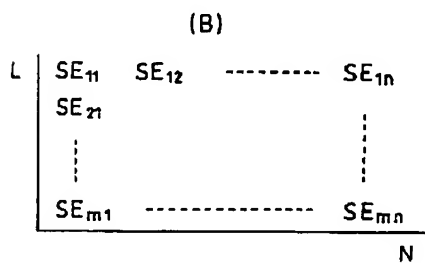
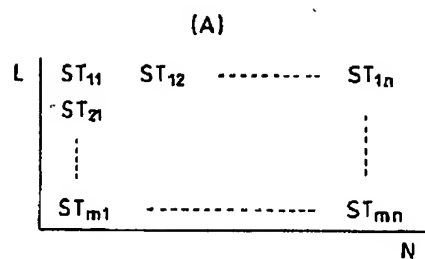
[Drawing 13]

図 13



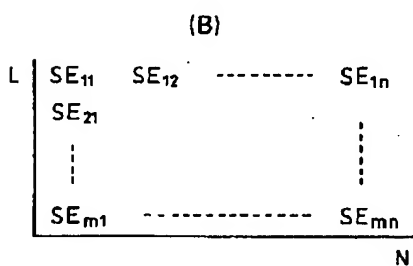
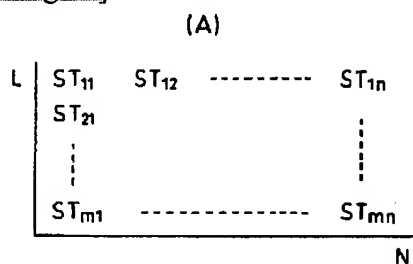
[Drawing 15]

15



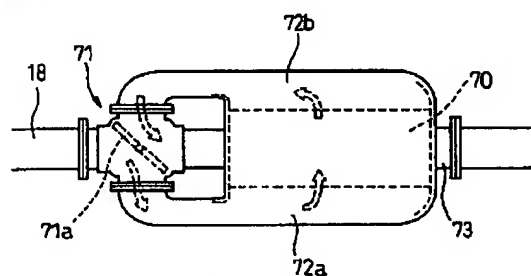
[Drawing 17]

17



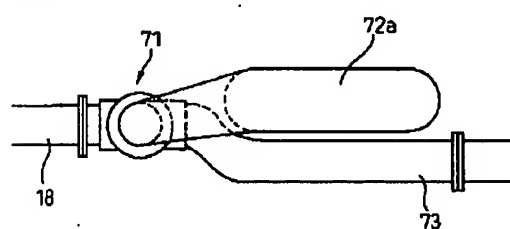
[Drawing 18]

18



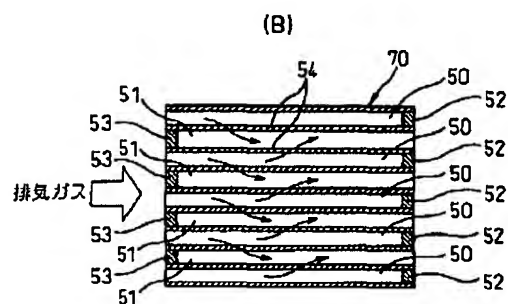
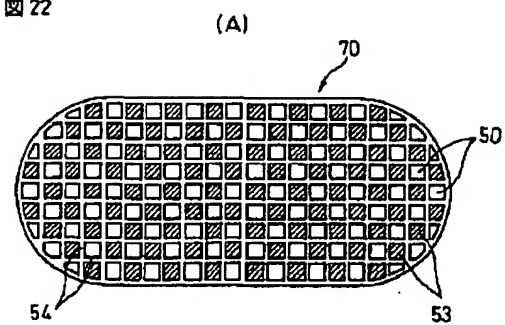
[Drawing 19]

19



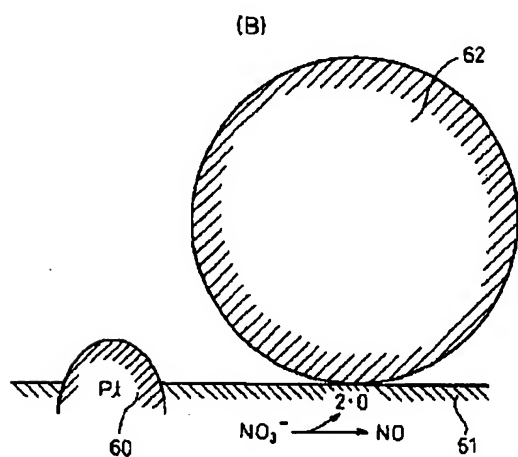
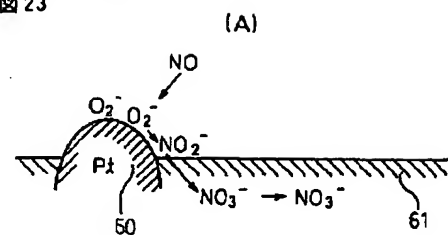
[Drawing 22]

図 22



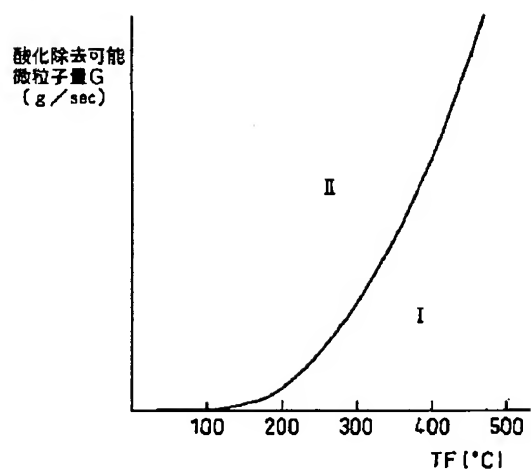
[Drawing 23]

図 23



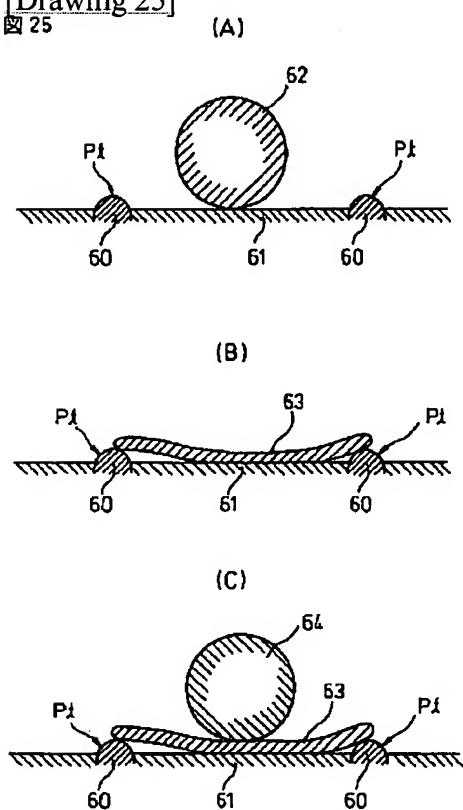
[Drawing 24]

圖 24



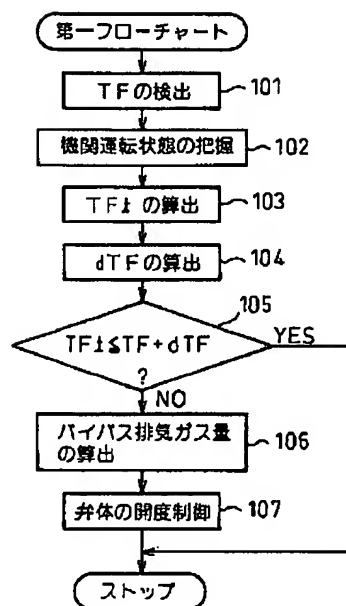
[Drawing 25]

圖 25



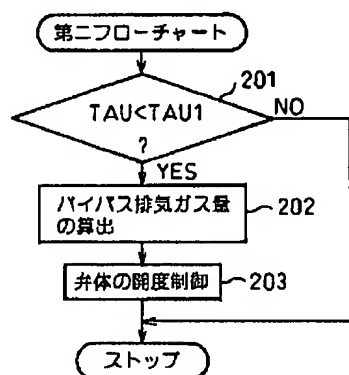
[Drawing 26]

図 26



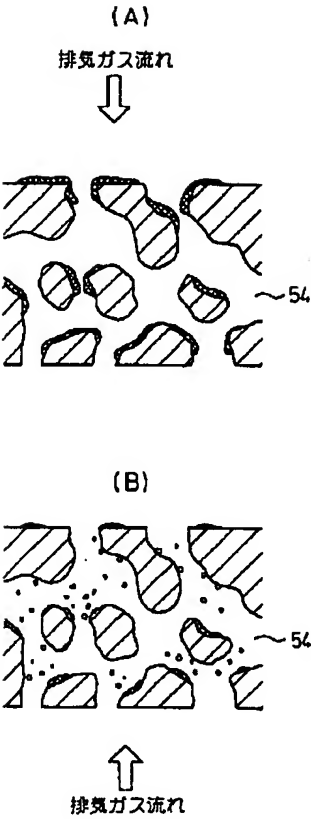
[Drawing 27]

図 27

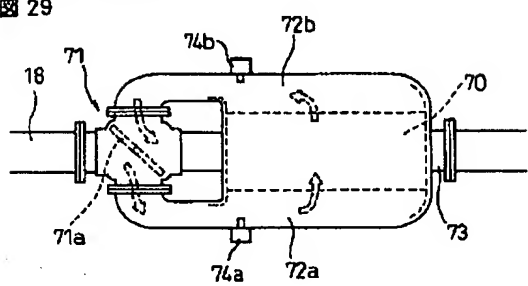


[Drawing 28]

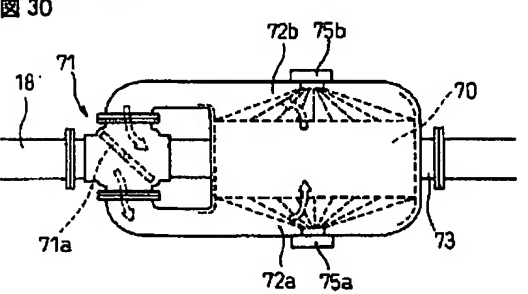
図 28



[Drawing 29]



[Drawing 30]



[Translation done.]



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001342819 A**(43) Date of publication of application: **14.12.01**

(51) Int. Cl. **F01N 3/02**
F01N 3/08
F01N 3/20
F02D 41/04
F02D 43/00

(21) Application number: **2001091082**(22) Date of filing: **27.03.01**(30) Priority: **30.03.00 JP 2000097931**(71) Applicant: **TOYOTA MOTOR CORP**

(72) Inventor: **HIROTA SHINYA**
TANAKA TOSHIAKI
ITO KAZUHIRO
ASANUMA TAKAMITSU
NAKATANI KOICHIRO
KIMURA KOICHI

(54) **EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE OF
INTERNAL COMBUSTION ENGINE**

(57) Abstract

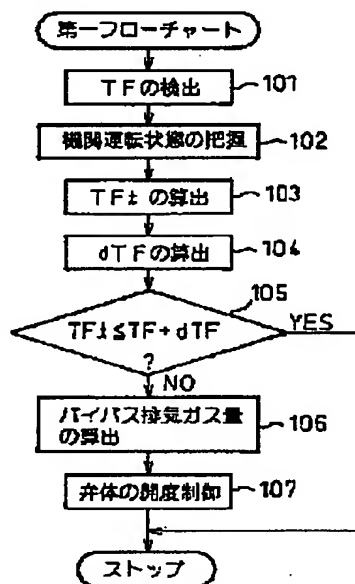
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an exhaust emission control device of an internal combustion engine capable of preventing a particulate filter from being clogged with collected particulates.

SOLUTION: This exhaust emission control device is provided with a particulate filter disposed in an engine exhaust system, and a by-pass passage allowing exhaust emission to by-pass the particulate filter. In the particulate filter, the collected particulates are oxidized, the particulate filter has oxidation removable fine particle quantity depending on the temperature of the particulate filter, and when the current exhaust gas state (step 102-104) is that the oxidation removable fine particle quantity of the particulate filter is made below the current required oxidation removable fine particle quantity (step 105), at least some of exhaust emission is forced to bypass by the bypass

passage (step 107).

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

図 26



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-342819
(P2001-342819A)

(43)公開日 平成13年12月14日(2001.12.14)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
F 0 1 N 3/02	3 0 1	F 0 1 N 3/02	3 0 1 J 3 G 0 8 4
			3 0 1 C 3 G 0 9 0
			3 0 1 G 3 G 0 9 1
			3 0 1 M 3 G 3 0 1
	3 2 1		3 2 1 A
審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 22 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2001-91082(P2001-91082)
(22)出願日 平成13年3月27日(2001.3.27)
(31)優先権主張番号 特願2000-97931(P2000-97931)
(32)優先日 平成12年3月30日(2000.3.30)
(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(72)発明者 広田 信也
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者 田中 俊明
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(74)代理人 100077517
弁理士 石田 敬 (外2名)

最終頁に続く

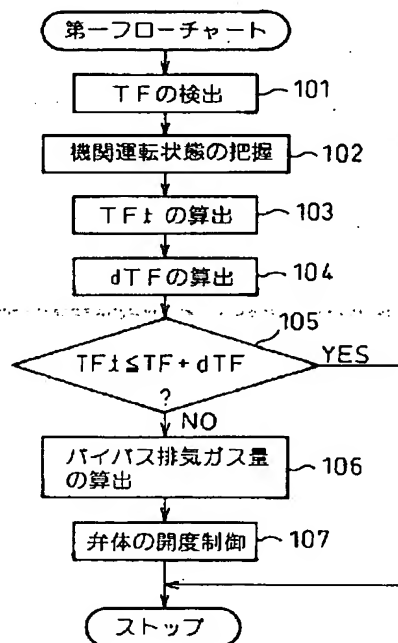
(54)【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57)【要約】

【課題】 パティキュレートフィルタにおける捕集パティキュレートによる目詰まりを防止することができる内燃機関の排気浄化装置を提供することである。

【解決手段】 機関排気系に配置されたパティキュレートフィルタと、パティキュレートフィルタを排気ガスがバイパスすることを可能とするバイパス通路とを具備し、パティキュレートフィルタにおいては捕集したパティキュレートが酸化させられ、パティキュレートフィルタはパティキュレートフィルタの温度に依存した酸化除去可能微粒子量を有し、現在の排気ガス状態が(ステップ102~104)パティキュレートフィルタの酸化除去可能微粒子量を現在必要な酸化除去可能微粒子量より下回らせることとなる時(ステップ105)には、排気ガスの少なくとも一部をバイパス通路によってバイパスさせる(ステップ107)。

図 26



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 機関排気系に配置されたパティキュレートフィルタと、前記パティキュレートフィルタを排気ガスがバイパスすることを可能とするバイパス通路とを具備し、前記パティキュレートフィルタにおいては捕集したパティキュレートが酸化させられ、前記パティキュレートフィルタは前記パティキュレートフィルタの温度に依存した酸化除去可能微粒子量を有し、現在の排気ガス状態が前記パティキュレートフィルタの前記酸化除去可能微粒子量を現在必要な酸化除去可能微粒子量より下回らせることとなる時には、排気ガスの少なくとも一部を前記バイパス通路によってバイパスさせることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 2】 前記パティキュレートフィルタには活性酸素放出剤が担持され、前記活性酸素放出剤から放出される活性酸素がパティキュレートを酸化させることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 3】 前記活性酸素放出剤は、周囲に過剰酸素が存在すると酸素を取込んで酸素を保持しかつ周囲の酸素濃度が低下すると保持した酸素を活性酸素の形で放出することを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 4】 前記活性酸素放出剤は、周囲に過剰酸素が存在すると NO_x を酸素と結合させて保持しかつ周囲の酸素濃度が低下すると結合させた NO_x 及び酸素を NO_x と活性酸素とに分解して放出することを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 5】 機関排気系に配置されたパティキュレートフィルタと、前記パティキュレートフィルタを排気ガスがバイパスすることを可能とするバイパス通路とを具備し、前記パティキュレートフィルタにおいては捕集したパティキュレートが酸化させられ、前記パティキュレートフィルタは前記パティキュレートフィルタの温度に依存した酸化除去可能微粒子量を有し、燃料噴射量が設定値以下の時には、排気ガスの少なくとも一部を前記バイパス通路によってバイパスさせることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 6】 前記パティキュレートフィルタには活性酸素放出剤が担持され、前記活性酸素放出剤から放出される活性酸素がパティキュレートを酸化させることを特徴とする請求項 5 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 7】 前記活性酸素放出剤は、周囲に過剰酸素が存在すると酸素を取込んで酸素を保持しかつ周囲の酸素濃度が低下すると保持した酸素を活性酸素の形で放出することを特徴とする請求項 6 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 8】 前記活性酸素放出剤は、周囲に過剰酸素が存在すると NO_x を酸素と結合させて保持しかつ周囲の酸素濃度が低下すると結合させた NO_x 及び酸素を NO_x と活性酸素とに分解して放出することを特徴とする

請求項 6 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 9】 燃料噴射量が設定値以下の時とはアイドル時であることを特徴とする請求項 4 から 8 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 10】 燃料噴射量が設定値以下の時とはフューエルカット時であることを特徴とする請求項 4 から 8 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 11】 燃料噴射量が設定値以下の時とはブレーキペダルの踏み込み時であることを特徴とする請求項 4 から 8 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 12】 機関排気系に配置されたパティキュレートフィルタと、前記パティキュレートフィルタを排気ガスがバイパスすることを可能とするバイパス通路とを具備し、前記パティキュレートフィルタにおいては捕集したパティキュレートが酸化させられ、前記パティキュレートフィルタは前記パティキュレートフィルタの温度に依存した酸化除去可能微粒子量を有し、排気ガス温度が設定温度より低い時には、排気ガスの少なくとも一部を前記バイパス通路によってバイパスさせることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 13】 前記パティキュレートフィルタには活性酸素放出剤が担持され、前記活性酸素放出剤から放出される活性酸素がパティキュレートを酸化させることを特徴とする請求項 12 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 14】 前記活性酸素放出剤は、周囲に過剰酸素が存在すると酸素を取込んで酸素を保持しかつ周囲の酸素濃度が低下すると保持した酸素を活性酸素の形で放出することを特徴とする請求項 13 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 15】 前記活性酸素放出剤は、周囲に過剰酸素が存在すると NO_x を酸素と結合させて保持しかつ周囲の酸素濃度が低下すると結合させた NO_x 及び酸素を NO_x と活性酸素とに分解して放出することを特徴とする請求項 13 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 16】 前記バイパス通路によって排気ガスの少なくとも一部をバイパスさせる時に前記パティキュレートフィルタへ酸素を供給することを特徴とする請求項 1 から 15 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 17】 前記パティキュレートフィルタは酸化機能を有し、バイパス通路によって排気ガスの少なくとも一部をバイパスさせる時に前記パティキュレートフィルタへ還元剤を供給することを特徴とする請求項 1 から 15 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の排気浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】内燃機関、特に、ディーゼルエンジンの排気ガス中には煤を主成分とするパティキュレートが含まれている。パティキュレートは有害物質であるために、大気放出以前にパティキュレートを捕集するためのフィルタを機関排気系に配置することが提案されている。このようなフィルタは、目詰まりによる排気抵抗の増加を防止するために、捕集したパティキュレートを焼失させることが必要である。

【0003】このようなフィルタ再生において、パティキュレートは約600°Cとなれば着火燃焼するが、ディーゼルエンジンの排気ガス温度は、通常時において600°Cよりかなり低く、通常はフィルタ自身を加熱する等の手段が必要である。

【0004】特公平7-106290号公報には、白金族金属とアルカリ土金属酸化物とをフィルタに担持させれば、フィルタ上のパティキュレートは、ディーゼルエンジンの通常時の排気ガス温度である約400°Cで連続的に焼失することが開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このフィルタを使用しても、常に排気ガス温度が400°C程度となっているとは限らず、また、運転状態によってはディーゼルエンジンから多量のパティキュレートが放出されることもあり、各時間で焼失できなかったパティキュレートがフィルタ上に徐々に堆積することがある。

【0006】このフィルタにおいて、ある程度パティキュレートが堆積すると、パティキュレート焼失能力が極端に低下するために、もはや自身でフィルタを再生することはできない。このように、この種のフィルタを単に機関排気系に配置しただけでは、比較的早期に目詰まりが発生して機関出力の大幅低下がもたらされることがある。

【0007】従って、本発明の目的は、パティキュレートフィルタにおける捕集パティキュレートによる目詰まりを防止することができる内燃機関の排気浄化装置を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明による請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置は、機関排気系に配置されたパティキュレートフィルタと、前記パティキュレートフィルタを排気ガスがバイパスすることを可能とするバイパス通路とを具備し、前記パティキュレートフィルタにおいては捕集したパティキュレートが酸化させられ、前記パティキュレートフィルタは前記パティキュレートフィルタの温度に依存した酸化除去可能微粒子量を有し、現在の排気ガス状態が前記パティキュレートフィルタの前記酸化除去可能微粒子量を現在必要な酸化除去可能微粒子量より下回らせることとなる時には、排気ガスの少なくとも一部を前記バイパス通路によってバイパスさせることを特徴とする。

【0009】また、本発明による請求項2に記載の内燃機関の排気浄化装置は、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記パティキュレートフィルタには活性酸素放出剤が担持され、前記活性酸素放出剤から放出される活性酸素がパティキュレートを酸化させることを特徴とする。

【0010】また、本発明による請求項3に記載の内燃機関の排気浄化装置は、請求項2に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記活性酸素放出剤は、周囲に過剰酸素が存在すると酸素を取込んで酸素を保持しかつ周囲の酸素濃度が低下すると保持した酸素を活性酸素の形で放出することを特徴とする。

【0011】また、本発明による請求項4に記載の内燃機関の排気浄化装置は、請求項2に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記活性酸素放出剤は、周囲に過剰酸素が存在するとNO_xを酸素と結合させて保持しかつ周囲の酸素濃度が低下すると結合させたNO_x及び酸素をNO_xと活性酸素とに分解して放出することを特徴とする。

【0012】また、本発明による請求項5に記載の内燃機関の排気浄化装置は、機関排気系に配置されたパティキュレートフィルタと、前記パティキュレートフィルタを排気ガスがバイパスすることを可能とするバイパス通路とを具備し、前記パティキュレートフィルタにおいては捕集したパティキュレートが酸化させられ、前記パティキュレートフィルタは前記パティキュレートフィルタの温度に依存した酸化除去可能微粒子量を有し、燃料噴射量が設定値以下の時には、排気ガスの少なくとも一部を前記バイパス通路によってバイパスさせることを特徴とする。

【0013】また、本発明による請求項6に記載の内燃機関の排気浄化装置は、請求項5に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記パティキュレートフィルタには活性酸素放出剤が担持され、前記活性酸素放出剤から放出される活性酸素がパティキュレートを酸化させることを特徴とする。

【0014】また、本発明による請求項7に記載の内燃機関の排気浄化装置は、請求項6に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記活性酸素放出剤は、周囲に過剰酸素が存在すると酸素を取込んで酸素を保持しかつ周囲の酸素濃度が低下すると保持した酸素を活性酸素の形で放出することを特徴とする。

【0015】また、本発明による請求項8に記載の内燃機関の排気浄化装置は、請求項6に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記活性酸素放出剤は、周囲に過剰酸素が存在するとNO_xを酸素と結合させて保持しかつ周囲の酸素濃度が低下すると結合させたNO_x及び酸素をNO_xと活性酸素とに分解して放出することを特徴とする。

【0016】また、本発明による請求項9に記載の内燃

機関の排気浄化装置は、請求項4から8のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置において、燃料噴射量が設定値以下の時とはアイドル時であることを特徴とする。

【0017】また、本発明による請求項10に記載の内燃機関の排気浄化装置は、請求項4から8のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置において、燃料噴射量が設定値以下の時とはフューエルカット時であることを特徴とする。

【0018】また、本発明による請求項11に記載の内燃機関の排気浄化装置は、請求項4から8のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置において、燃料噴射量が設定値以下の時とはブレーキペダルの踏み込み時であることを特徴とする。

【0019】また、本発明による請求項12に記載の内燃機関の排気浄化装置は、機関排気系に配置されたパティキュレートフィルタと、前記パティキュレートフィルタを排気ガスがバイパスすることを可能とするバイパス通路とを具備し、前記パティキュレートフィルタにおいては捕集したパティキュレートが酸化させられ、前記パティキュレートフィルタは前記パティキュレートフィルタの温度に依存した酸化除去可能微粒子量を有し、排気ガス温度が設定温度より低い時には、排気ガスの少なくとも一部を前記バイパス通路によってバイパスさせることを特徴とする。

【0020】また、本発明による請求項13に記載の内燃機関の排気浄化装置は、請求項12に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記パティキュレートフィルタには活性酸素放出剤が担持され、前記活性酸素放出剤から放出される活性酸素がパティキュレートを酸化させることを特徴とする。

【0021】また、本発明による請求項14に記載の内燃機関の排気浄化装置は、請求項13に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記活性酸素放出剤は、周囲に過剰酸素が存在すると酸素を取込んで酸素を保持しかつ周囲の酸素濃度が低下すると保持した酸素を活性酸素の形で放出することを特徴とする。

【0022】また、本発明による請求項15に記載の内燃機関の排気浄化装置は、請求項13に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記活性酸素放出剤は、周囲に過剰酸素が存在すると NO_x を酸素と結合させて保持しかつ周囲の酸素濃度が低下すると結合させた NO_x 及び酸素を NO_x と活性酸素とに分解して放出することを特徴とする。

【0023】また、本発明による請求項16に記載の内燃機関の排気浄化装置は、請求項1から15のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記バイパス通路によって排気ガスの少なくとも一部をバイパスさせる時に前記パティキュレートフィルタへ酸素を供給することを特徴とする。

【0024】また、本発明による請求項17に記載の内

燃機関の排気浄化装置は、請求項1から15のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記パティキュレートフィルタは酸化機能を有し、バイパス通路によって排気ガスの少なくとも一部をバイパスさせる時に前記パティキュレートフィルタへ還元剤を供給することを特徴とする。

【0025】

【発明の実施の形態】図1は、本発明による排気浄化装置を備える4ストロークディーゼルエンジンの概略縦断面図を示しており、図2は図1のディーゼルエンジンにおける燃焼室の拡大縦断面図であり、図3は図1のディーゼルエンジンにおけるシリンダヘッドの底面図である。図1から図3を参照すると、1は機関本体、2はシリンダブロック、3はシリンダヘッド、4はピストン、5aはピストン4の頂面上に形成されたキャビティ、5はキャビティ5a内に形成された燃焼室、6は電気制御式燃料噴射弁、7は一对の吸気弁、8は吸気ポート、9は一对の排気弁、10は排気ポートを夫々示す。吸気ポート8は対応する吸気枝管11を介してサージタンク12に連結され、サージタンク12は吸気ダクト13を介してエアクリーナ14に連結される。吸気ダクト13内には電気モータ15により駆動されるスロットル弁16が配置される。一方、排気ポート10は排気マニホルド17へ接続される。

【0026】図1に示されるように排気マニホルド17内には空燃比センサ21が配置される。排気マニホルド17とサージタンク12とはEGR通路22を介して互いに連結され、EGR通路22内には電気制御式EGR制御弁23が配置される。また、EGR通路22回りにはEGR通路22内を流れるEGRガスを冷却するための冷却装置24が配置される。図1に示される実施例では機関冷却水が冷却装置24内に導かれ、機関冷却水によってEGRガスが冷却される。

【0027】一方、各燃料噴射弁6は燃料供給管25を介して燃料リザーバ、いわゆるコモンレール26に連結される。このコモンレール26内へは電気制御式の吐出量可変な燃料ポンプ27から燃料が供給され、コモンレール26内に供給された燃料は各燃料供給管25を介して燃料噴射弁6に供給される。コモンレール26にはコモンレール26内の燃料圧を検出するための燃料圧センサ28が取付けられ、燃料圧センサ28の出力信号に基づいてコモンレール26内の燃料圧が目標燃料圧となるように燃料ポンプ27の吐出量が制御される。

【0028】30は電子制御ユニットであり、空燃比センサ21の出力信号と、燃料圧センサ28の出力信号とが入力される。また、アクセルペダル40にはアクセルペダル40の踏み込み量Lに比例した出力電圧を発生する負荷センサ41が接続され、電子制御ユニット30には、負荷センサ41の出力信号も入力され、さらに、クランクシャフトが例えば30°回転する毎に出力パルス

を発生するクランク角センサ42の出力信号も入力される。こうして、電子制御ユニット30は、各種信号に基づき、燃料噴射弁6、電気モータ15、EGR制御弁23、及び、燃料ポンプ27を作動する。

【0029】図2及び図3に示されるように本発明による実施例では燃料噴射弁6が6個のノズル口を有するホールノズルからなり、燃料噴射弁6のノズル口からは水平面に対しやや下向きに等角度間隔でもって燃料Fが噴射される。図3に示されるように6個の燃料噴霧Fのうちで2個の燃料噴霧Fは各排気弁9の弁体の下側面に沿って飛散する。図2及び図3は圧縮行程末期に燃料噴射が行われた時を示している。この時には燃料噴霧Fはキャピティ5aの内周面に向けて進み、次いで着火燃焼せしめられる。

【0030】図4は排気行程中において排気弁9のリフト量が最大の時に燃料噴射弁6から追加の燃料が噴射された場合を示している。即ち、図5に示されるように圧縮上死点付近において主噴射Qmが行われ、次いで排気行程の中ほどで追加の燃料Qaが噴射された場合を示している。この場合、排気弁9の弁体方向に進む燃料噴霧Fは排気弁9の傘部背面と排気ポート10との間に向かう。即ち、言い換えると燃料噴射弁6の6個のノズル口のうちの2個のノズル口は、排気弁9が開弁している時に追加の燃料Qaの噴射が行われると燃料噴霧Fが排気弁9の傘部背面と排気ポート10との間に向かうように形成されている。なお、図4に示す実施例ではこの時に燃料噴霧Fが排気弁9の傘部背面に衝突し、排気弁9の傘部背面に衝突した燃料噴霧Fは排気弁9の傘部背面上において反射し、排気ポート10内に向かう。

【0031】なお通常は追加の燃料Qaは噴射されず、主噴射Qmのみが行われる。図6は機関低負荷運転時においてスロットル弁16の開度及びEGR率を変化させることにより空燃比A/F（図6の横軸）を変化させたときの出力トルクの変化、及びスモーク、HC、CO、NO_xの排出量の変化を示す実験例を表している。図6からわかるようにこの実験例では空燃比A/Fが小さくなるほどEGR率が大きくなり、理論空燃比（≒14.6）以下のときにはEGR率は65パーセント以上となっている。

【0032】図6に示されるようにEGR率を増大することにより空燃比A/Fを小さくしていくとEGR率が40パーセント付近となり空燃比A/Fが30程度になった時にスモークの発生量が増大を開始する。次いで、更にEGR率を高め、空燃比A/Fを小さくするとスモークの発生量が急激に増大してピークに達する。次いで更にEGR率を高め、空燃比A/Fを小さくすると今度はスモークが急激に低下し、EGR率を65パーセント以上とし、空燃比A/Fが15.0付近になるとスモークがほぼ零となる。即ち、煤がほとんど発生しなくなる。この時に機関の出力トルクは若干低下し、またNO

xの発生量がかかなり低くなる。一方、この時にHC及びCOの発生量は増大し始める。

【0033】図7（A）は空燃比A/Fが21付近でスモークの発生量が最も多い時の燃焼室5内の燃焼圧変化を示しており、図7（B）は空燃比A/Fが18付近でスモークの発生量がほぼ零の時の燃焼室5内における燃焼圧の変化を示している。図7（A）と図7（B）とを比較すればわかるようにスモークの発生量がほぼ零である図7（B）に示す場合はスモークの発生量が多い図7（A）に示す場合に比べて燃焼圧が低いことがわかる。

【0034】図6及び図7に示される実験結果から次のことが言える。即ち、まず第1に空燃比A/Fが15.0以下でスモークの発生量がほぼ零の時には図6に示されるようにNO_xの発生量がかかなり低下する。NO_xの発生量が低下したということは燃焼室5内の燃焼温度が低下していることを意味しており、従って煤がほとんど発生しない時には燃焼室5内の燃焼温度が低くなっていると言える。同じことが図7からも言える。即ち、煤がほとんど発生していない図7（B）に示す状態では燃焼圧が低くなっており、従ってこの時に燃焼室5内の燃焼温度は低くなっていることになる。

【0035】第2にスモークの発生量、即ち煤の発生量がほぼ零になると図6に示されるようにHC及びCOの排出量が増大する。このことは炭化水素が煤まで成長せずに排出されることを意味している。即ち、燃料中に含まれる図8に示されるような直鎖状炭化水素や芳香族炭化水素は酸素不足の状態温度上昇せしめられると熱分解して煤の前駆体が形成され、次いで主に炭素原子が集合した固体からなる煤が生成される。この場合、実際の煤の生成過程は複雑であり、煤の前駆体がどのような形態をとるかは明確ではないがいずれにしても図8に示されるような炭化水素は煤の前駆体を経て煤まで成長することになる。従って、上述したように煤の発生量がほぼ零になると図6に示される如くHC及びCOの排出量が増大するがこの時のHCは煤の前駆体又はその前の状態の炭化水素である。

【0036】図6及び図7に示される実験結果に基づくこれらの考察をまとめると燃焼室5内の燃焼温度が低い時には煤の発生量がほぼ零になり、この時には煤の前駆体又はその前の状態の炭化水素が燃焼室5から排出されることになる。このことについて更に詳細に実験研究を重ねた結果、燃焼室5内における燃料及びその周囲のガス温度が或る温度以下である場合には煤の成長過程が途中で停止してしまい、即ち煤が全く発生せず、燃焼室5内における燃料及びその周囲の温度が或る温度以下になると煤が生成されることが判明したのである。

【0037】ところで煤の前駆体の状態で炭化水素の生成過程が停止する時の燃料及びその周囲の温度、即ち上述の或る温度は燃料の種類や空燃比や圧縮比等の種々の要因によって変化するので何度であるかということは言

えないが、この或る温度は NO_x の発生量と深い関係を有しており、従ってこの或る温度は NO_x の発生量から或る程度規定することができる。即ち、EGR率が増大するほど燃焼時の燃料及びその周囲のガス温度は低下し、 NO_x の発生量が低下する。この時において NO_x の発生量が10 p. p. m 前後又はそれ以下になった時に煤がほとんど発生しなくなる。従って上述の或る温度は NO_x の発生量が10 p. p. m 前後又はそれ以下になった時の温度にほぼ一致する。

【0038】一旦、煤が生成されるとこの煤は単に酸化機能を有する触媒を用いた後処理でもって浄化することはできない。これに対して煤の前駆体又はその前の状態の炭化水素は酸化機能を有する触媒を用いた後処理でもって容易に浄化することができる。このように、 NO_x の発生量を低減すると共に炭化水素を煤の前駆体又はその前の状態で燃焼室5から排出させることは排気ガスの浄化に極めて有効である。

【0039】さて、煤が生成される前の状態で炭化水素の成長を停止させるには燃焼室5内における燃焼時の燃料及びその周囲のガス温度を煤が生成される温度よりも低い温度に抑制する必要がある。この場合、燃料及びその周囲のガス温度を抑制するには燃料が燃焼した際の燃料回りにおけるガスの吸熱作用が極めて大きく影響することが判明している。

【0040】即ち、燃料回りに空気しか存在しないと蒸発した燃料はただちに空気中の酸素と反応して燃焼する。この場合、燃料から離れている空気の温度はさほど上昇せず、燃料回りの温度のみが局所的に極めて高くなる。即ち、この時には燃料から離れている空気は燃料の燃焼熱の吸熱作用をほとんど行わない。この場合には燃焼温度が局所的に極めて高くなるために、この燃焼熱を受けた未燃炭化水素は煤を生成することになる。

【0041】一方、多量の不活性ガスと少量の空気の混合ガス中に燃料が存在する場合には若干状況が異なる。この場合には蒸発燃料は周囲に拡散して不活性ガス中に混在する酸素と反応し、燃焼することになる。この場合には燃焼熱は回りの不活性ガスに吸収されるために燃焼温度はさほど上昇しなくなる。即ち、燃焼温度を低く抑えることができることになる。即ち、燃焼温度を抑制するには不活性ガスの存在が重要な役割を果たしており、不活性ガスの吸熱作用によって燃焼温度を低く抑えることができることになる。

【0042】この場合、燃料及びその周囲のガス温度を煤が生成される温度よりも低い温度に抑制するにはそうするのに十分な熱量を吸収しうだけの不活性ガス量が必要となる。従って燃料量が増大すれば必要となる不活性ガス量はそれに伴って増大することになる。なお、この場合、不活性ガスの比熱が大きいほど吸熱作用は強力となり、従って不活性ガスは比熱の大きなガスが好ましいことになる。この点、 CO_2 やEGRガスは比較的比

熱が大きいので不活性ガスとしてEGRガスを用いることは好ましいと言える。

【0043】図9は不活性ガスとしてEGRガスを用い、EGRガスの冷却度合を変えたときのEGR率とスモークとの関係を示している。即ち、図9において曲線AはEGRガスを強力に冷却してEGRガス温をほぼ90°Cに維持した場合を示しており、曲線Bは小型の冷却装置でEGRガスを冷却した場合を示しており、曲線CはEGRガスを強制的に冷却していない場合を示している。

【0044】図9の曲線Aで示されるようにEGRガスを強力に冷却した場合にはEGR率が50パーセントよりも少し低いところで煤の発生量がピークとなり、この場合にはEGR率をほぼ55パーセント以上にすれば煤がほとんど発生しなくなる。一方、図9の曲線Bで示されるようにEGRガスを少し冷却した場合にはEGR率が50パーセントよりも少し高いところで煤の発生量がピークとなり、この場合にはEGR率をほぼ65パーセント以上にすれば煤がほとんど発生しなくなる。

【0045】また、図9の曲線Cで示されるようにEGRガスを強制的に冷却していない場合にはEGR率が55パーセントの付近で煤の発生量がピークとなり、この場合にはEGR率をほぼ70パーセント以上にすれば煤がほとんど発生しなくなる。なお、図9は機関負荷が比較的高い時のスモークの発生量を示しており、機関負荷が小さくなると煤の発生量がピークとなるEGR率は若干低下し、煤がほとんど発生しなくなるEGR率の下限も若干低下する。このように煤がほとんど発生しなくなるEGR率の下限はEGRガスの冷却度合や機関負荷に応じて変化する。

【0046】図10は不活性ガスとしてEGRガスを用いた場合において燃焼時の燃料及びその周囲のガス温度を煤が生成される温度よりも低い温度にするために必要なEGRガスと空気の混合ガス量、及びこの混合ガス量中の空気の割合、及びこの混合ガス中のEGRガスの割合を示している。なお、図10において縦軸は燃焼室5内に吸入される全吸入ガス量を示しており、鎖線Yは過給が行われない時に燃焼室5内に吸入しうる全吸入ガス量を示している。また、横軸は要求負荷を示しており、Z1は低負荷運転領域を示している。

【0047】図10を参照すると空気の割合、即ち混合ガス中の空気量は噴射された燃料を完全に燃焼せしめるのに必要な空気量を示している。即ち、図10に示される場合では空気量と噴射燃料量との比は理論空燃比となっている。一方、図10においてEGRガスの割合、即ち混合ガス中のEGRガス量は噴射燃料が燃焼せしめられた時に燃料及びその周囲のガス温度を煤が形成される温度よりも低い温度にするのに必要最低限のEGRガス量を示している。このEGRガス量はEGR率で表すとほぼ55パーセント以上であり、図10に示す実施例で

は70パーセント以上である。即ち、燃焼室5内に吸入された全吸入ガス量を図10において実線Xとし、この全吸入ガス量Xのうちの空気量とEGRガス量との割合を図10に示すような割合にすると燃料及びその周囲のガス温度は煤が生成される温度よりも低い温度となり、斯くして煤が全く発生しなくなる。また、この時の NO_x 発生量は10p.p.m.前後、又はそれ以下であり、従って NO_x の発生量は極めて少量となる。

【0048】燃料噴射量が増大すれば燃料が燃焼した際の発熱量が増大するので燃料及びその周囲のガス温度を煤が生成される温度よりも低い温度に維持するためにはEGRガスによる熱の吸収量を増大しなければならない。従って図10に示されるようにEGRガス量は噴射燃料量が増大するにつれて増大せしめなければならない。即ち、EGRガス量は要求負荷が高くなるにつれて増大する必要がある。

【0049】一方、図10の負荷領域Z2では煤の発生を阻止するのに必要な全吸入ガス量Xが吸入しうる全吸入ガス量Yを越えてしまう。従ってこの場合、煤の発生を阻止するのに必要な全吸入ガス量Xを燃焼室5内に供給するにはEGRガス及び吸入空気双方、或いはEGRガスを過給又は加圧する必要がある。EGRガス等を過給又は加圧しない場合には負荷領域Z2では全吸入ガス量Xは吸入しうる全吸入ガス量Yに一致する。従ってこの場合、煤の発生を阻止するためには空気量を若干減少させてEGRガス量を増大すると共に空燃比がリッチのもとで燃料を燃焼せしめることになる。

【0050】前述したように図10は燃料を理論空燃比のもとで燃焼させる場合を示しているが図10に示される低負荷運転領域Z1において空気量を図10に示される空気量よりも少なくとも、即ち空燃比をリッチにしても煤の発生を阻止しつつ NO_x の発生量を10p.p.m.前後又はそれ以下にすることができ、また図10に示される低負荷領域Z1において空気量を図10に示される空気量よりも多くしても、即ち空燃比の平均値を1.7から1.8のリーンにしても煤の発生を阻止しつつ NO_x の発生量を10p.p.m.前後又はそれ以下にすることができる。

【0051】即ち、空燃比がリッチにされると燃料が過剰となるが燃焼温度が低い温度に抑制されているために過剰な燃料は煤まで成長せず、斯くして煤が生成されることがない。また、この時には NO_x も極めて少量しか発生しない。一方、平均空燃比がリーンるとき、或いは空燃比が理論空燃比の時でも燃焼温度が高くなれば少量の煤が生成されるが本発明では燃焼温度が低い温度に抑制されているので煤は全く生成されない。更に、 NO_x も極めて少量しか発生しない。

【0052】このように、機関低負荷運転領域Z1では空燃比にかかわらず、即ち空燃比がリッチであろうと、理論空燃比であろうと、或いは平均空燃比がリーン

であろうと煤が発生されず、 NO_x の発生量が極めて少量となる。従って燃料消費率の向上を考えると、この時の平均空燃比をリーンにすることが好ましいと言える。

【0053】ところで燃焼室内における燃焼時の燃料及びその周囲のガス温度を炭化水素の成長が途中で停止する温度以下に抑制しうるのは燃焼による発熱量が少ない比較的機関負荷が低いときに限られる。従って本発明による実施例では機関負荷が比較的低い時には燃焼時の燃料及びその周囲のガス温度を炭化水素の成長が途中で停止する温度以下に抑制して第一燃焼、即ち低温燃焼を行うようにし、機関負荷が比較的高いときには第二燃焼、即ち従来より普通に行われている燃焼を行うようにしている。なお、ここで第一燃焼、即ち低温燃焼とはこれまでの説明から明らかなように煤の発生量が最大となる最悪不活性ガス量よりも燃焼室内の不活性ガス量が多く煤がほとんど発生しない燃焼のことを言い、第二燃焼、即ち従来より普通に行われている燃焼とは煤の発生量が最大となる最悪不活性ガス量よりも燃焼室内の不活性ガス量が少ない燃焼のことを言う。

【0054】図11は第一燃焼、即ち低温燃焼が行われる第1の運転領域Iと、第二燃焼、即ち従来の燃焼方法による燃焼が行われる第2の燃焼領域IIとを示している。なお、図11において縦軸Lはアクセルペダル40の踏み込み量、即ち要求負荷を示しており、横軸Nは機関回転数を示している。また、図11においてX(N)は第1の運転領域Iと第2の運転領域IIとの第1の境界を示しており、Y(N)は第1の運転領域Iと第2の運転領域IIとの第2の境界を示している。第1の運転領域Iから第2の運転領域IIへの運転領域の変化判断は第1の境界X(N)に基づいて行われ、第2の運転領域IIから第1の運転領域Iへの運転領域の変化判断は第2の境界Y(N)に基づいて行われる。

【0055】即ち、機関の運転状態が第1の運転領域Iにあって低温燃焼が行われている時に要求負荷Lが機関回転数Nの関数である第1の境界X(N)を越えると運転領域が第2の運転領域IIに移ったと判断され、従来の燃焼方法による燃焼が行われる。次いで要求負荷Lが機関回転数Nの関数である第2の境界Y(N)よりも低くなると運転領域が第1の運転領域Iに移ったと判断され、再び低温燃焼が行われる。

【0056】図12は空燃比センサ21の出力を示している。図12に示されるように空燃比センサ21の出力電流Iは空燃比A/Fに応じて変化する。従って空燃比センサ21の出力電流Iから空燃比を知ることができる。次に図13を参照しつつ第1の運転領域I及び第2の運転領域IIにおける運転制御について概略的に説明する。

【0057】図13は要求負荷Lに対するスロットル弁16の開度、EGR制御弁23の開度、EGR率、空燃比、噴射時期及び噴射量を示している。図13に示され

るように要求負荷 L の低い第1の運転領域Iではスロットル弁16の開度は要求負荷 L が高くなるにつれて全閉近くから半開程度まで徐々に増大せしめられ、EGR制御弁23の開度は要求負荷 L が高くなるにつれて全閉近くから全開まで徐々に増大せしめられる。また、図13に示される例では第1の運転領域IではEGR率がほぼ70パーセントとされており、空燃比はわずかにリッチなリッチ空燃比とされている。

【0058】言い換えると第1の運転領域IではEGR率がほぼ70パーセントとなり、空燃比がわずかにリッチなリッチ空燃比となるようにスロットル弁16の開度及びEGR制御弁23の開度が制御される。なお、この時の空燃比は空燃比センサ21の出力信号に基づいてEGR制御弁23の開度を補正することによって目標リッチ空燃比に制御される。また、第1の運転領域Iでは圧縮上死点TDC前に燃料噴射が行われる。この場合、噴射開始時期 θS は要求負荷 L が高くなるにつれて遅くなり、噴射完了時期 θE も噴射開始時期 θS が遅くなるにつれて遅くなる。

【0059】なお、アイドリング運転時にはスロットル弁16は全閉近くまで閉弁され、この時にはEGR制御弁23も全閉近くまで閉弁せしめられる。スロットル弁16を全閉近くまで閉弁すると圧縮始めの燃焼室5内の圧力が低くなるために圧縮圧力が小さくなる。圧縮圧力が小さくなるとピストン4による圧縮仕事小さくなるために機関本体1の振動が小さくなる。即ち、アイドリング運転時には機関本体1の振動を抑制するためにスロットル弁16が全閉近くまで閉弁せしめられる。

【0060】一方、機関の運転領域が第1の運転領域Iから第2の運転領域IIに変わるとスロットル弁16の開度が半開状態から全開方向へステップ状に増大せしめられる。この時に図13に示す例ではEGR率がほぼ70パーセントから40パーセント以下までステップ状に減少せしめられ、空燃比がステップ状に大きくされる。即ち、EGR率が多量のスモークを発生するEGR率範囲(図9)を飛び越えるので機関の運転領域が第1の運転領域Iから第2の運転領域IIに変わるときに多量のスモークが発生することがない。

【0061】第2の運転領域IIでは従来から行われている燃焼が行われる。この燃焼方法では煤及び NO_x が若干発生するが低温燃焼に比べて熱効率は高く、従って機関の運転領域が第1の運転領域Iから第2の運転領域IIに変わると図13に示されるように噴射量がステップ状に低減せしめられる。

【0062】第2の運転領域IIではスロットル弁16は一部を除いて全開状態に保持され、EGR制御弁23の開度は要求負荷 L が高くなると次第に小さくされる。この運転領域IIではEGR率は要求負荷 L が高くなるほど低くなり、空燃比は要求負荷 L が高くなるほど小さくなる。ただし、空燃比は要求負荷 L が高くなってもリッチ

空燃比とされる。また、第2の運転領域IIでは噴射開始時期 θS は圧縮上死点TDC付近とされる。

【0063】図14は第1の運転領域Iにおける空燃比 A/F を示している。図14において、 $A/F=15.5$ 、 $A/F=16$ 、 $A/F=17$ 、 $A/F=18$ で示される各曲線は夫々空燃比が15.5、16、17、18である時を示しており、各曲線間の空燃比は比例配分により定められる。図14に示されるように第1の運転領域Iでは空燃比がリッチとなっており、更に第1の運転領域Iでは要求負荷 L が低くなるほど空燃比 A/F がリッチとされる。

【0064】即ち、要求負荷 L が低くなるほど燃焼による発熱量が少なくなる。従って要求負荷 L が低くなるほどEGR率を低下させても低温燃焼を行うことができる。EGR率を低下させると空燃比は大きくなり、従って図14に示されるように要求負荷 L が低くなるにつれて空燃比 A/F が大きくなる。空燃比 A/F が大きくなるほど燃料消費率は向上し、従ってできる限り空燃比をリッチにするために本実施例では要求負荷 L が低くなるにつれて空燃比 A/F が大きくなる。

【0065】なお、空燃比を図14に示す目標空燃比とするのに必要なスロットル弁16の目標開度 ST が図15(A)に示されるように要求負荷 L 及び機関回転数 N の関数としてマップの形で予めROM32内に記憶されており、空燃比を図14に示す目標空燃比とするのに必要なEGR制御弁23の目標開度 SE が図15(B)に示されるように要求負荷 L 及び機関回転数 N の関数としてマップの形で予めROM32内に記憶されている。

【0066】図16は第二燃焼、即ち従来の燃焼方法による普通の燃焼が行われるときの目標空燃比を示している。なお、図16において $A/F=24$ 、 $A/F=35$ 、 $A/F=45$ 、 $A/F=60$ で示される各曲線は夫々目標空燃比24、35、45、60を示している。空燃比をこの目標空燃比とするのに必要なスロットル弁16の目標開度 ST が図17(A)に示されるように要求負荷 L 及び機関回転数 N の関数としてマップの形で予めROM32内に記憶されており、空燃比をこの目標空燃比とするのに必要なEGR制御弁23の目標開度 SE が図17(B)に示されるように要求負荷 L 及び機関回転数 N の関数としてマップの形で予めROM32内に記憶されている。

【0067】こうして、本実施例のディーゼルエンジンでは、アクセルペダル40の踏み込み量 L 及び機関回転数 N に基づき、第一燃焼、すなわち、低温燃焼と、第二燃焼、すなわち、普通の燃焼とが切り換えられ、各燃焼において、アクセルペダル40の踏み込み量 L 及び機関回転数 N に基づき、図15又は図17に示すマップによってスロットル弁16及びEGR弁の開度制御が実施される。

【0068】図18は排気浄化装置を示す平面図であ

り、図19はその側面図である。本排気浄化装置は、排気マニホールド17の下流側に排気管18を介して接続された切換部71と、パティキュレートフィルタ70と、パティキュレートフィルタ70の一方側と切換部71とを接続する第一接続部72aと、パティキュレートフィルタ70の他方側と切換部71とを接続する第二接続部72bと、切換部71の下流側の排気通路73とを具備している。切換部71は、切換部71内で排気流れを遮断することを可能とする弁体71aを具備している。弁体71aは、負圧アクチュエータ又はステップモータ等によって駆動される。弁体71aの一方の遮断位置において、切換部71内の上流側が第一接続部72aと連通されると共に切換部71内の下流側が第二接続部72bと連通され、排気ガスは、図18に矢印で示すように、パティキュレートフィルタ70の一方側から他方側へ流れる。

【0069】また、図20は、弁体71aの他方の遮断位置を示している。この遮断位置において、切換部71内の上流側が第二接続部72bと連通されると共に切換部71内の下流側が第一接続部72aと連通され、排気ガスは、図20に矢印で示すように、パティキュレートフィルタ70の他方側から一方側へ流れる。こうして、弁体71aを切り換えることによって、パティキュレートフィルタ70へ流入する排気ガスの方向を逆転することができ、すなわち、パティキュレートフィルタ70の排気上流側と排気下流側とを逆転することが可能となる。

【0070】このように、本排気浄化装置は、非常に簡単な構成によってパティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転することを可能とする。また、パティキュレートフィルタにおいては、排気ガスの流入を容易にするために大きな開口面積が必要とされるが、本排気浄化装置では、図18及び19に示すように、車両搭載性を悪化させることなく、大きな開口面積を有するパティキュレートフィルタを使用可能である。

【0071】また、図21は、弁体71aにおける二つの遮断位置の間の中間位置を示している。この中間位置においては、切換部71内は遮断されることがなく、排気ガスは、通過抵抗の高いパティキュレートフィルタ70を通過することなく、すなわち、図20に矢印で示すように、パティキュレートフィルタ70をバイパスして直接的に排気通路72へ流れる。このように、弁体71aは、前述のアクチュエータによって任意の位置に開度制御可能となっている。しかしながら、通常は、一方の遮断位置とされて使用される。

【0072】図22にパティキュレートフィルタ70の構造を示す。なお、図22において、(A)はパティキュレートフィルタ70の正面図であり、(B)は側面断面図である。これらの図に示すように、本パティキュレートフィルタ70は、長円正面形状を有し、例えば、コ

ージライトのような多孔質材料から形成されたハニカム構造をなすウォールフロー型であり、多数の軸線方向に延在する隔壁54によって細分された多数の軸線方向空間を有している。隣接する二つの軸線方向空間において、栓53によって、一方は排気下流側で閉鎖され、他方は排気上流側で閉鎖される。こうして、隣接する二つの軸線方向空間の一方は排気ガスの流入通路50となり、他方は流出通路51となり、排気ガスは、図22

(B)に矢印で示すように、必ず隔壁54を通過する。排気ガス中のパティキュレートは、隔壁54の細孔の大きさに比較して非常に小さいものであるが、隔壁54の排気上流側表面及び隔壁54内の細孔表面上に衝突して捕集される。こうして、各隔壁54は、パティキュレートを捕集する捕集壁として機能する。本パティキュレートフィルタ70において、捕集されたパティキュレートを酸化除去するために、隔壁54の両側表面上、及び、好ましくは隔壁54内の細孔表面上にもアルミナ等を使用して以下に説明する活性酸素放出剤と貴金属触媒とが担持されている。

【0073】活性酸素放出剤とは、活性酸素を放出することによってパティキュレートの酸化を促進するものであり、好ましくは、周囲に過剰酸素が存在すると酸素を取込んで酸素を保持しかつ周囲の酸素濃度が低下すると保持した酸素を活性酸素の形で放出するものである。

【0074】貴金属触媒としては、通常、白金Ptが用いられており、活性酸素放出剤としてカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCs、ルビジウムRbのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCa、ストロンチウムSrのようなアルカリ土類金属、ランタンLa、イットリウムYのような希土類、及び遷移金属から選ばれた少なくとも一つが用いられている。

【0075】なお、この場合、活性酸素放出剤としては、カルシウムCaよりもイオン化傾向の高いアルカリ金属又はアルカリ土類金属、即ちカリウムK、リチウムLi、セシウムCs、ルビジウムRb、バリウムBa、ストロンチウムSrを用いることが好ましい。

【0076】次に、このような活性酸素放出剤を担持するパティキュレートフィルタによって、捕集されたパティキュレートがどのように酸化除去されるかについて、白金Pt及びカリウムKの場合を例にとって説明する。他の貴金属、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類、遷移金属を用いても同様なパティキュレート除去作用が行われる。

【0077】ディーゼルエンジンでは通常空気過剰のもとで燃焼が行われ、従って排気ガスは多量の過剰空気を含んでいる。即ち、吸気通路及び燃焼室内に供給された空気と燃料との比を排気ガスの空燃比と称すると、この空燃比はリーンとなっている。また、燃焼室内ではNOが発生するので排気ガス中にはNOが含まれている。また、燃料中にはイオウSが含まれており、このイオウS

は燃焼室内で酸素と反応して SO_2 となる。従って排気ガス中には SO_2 が含まれている。従って過剰酸素、 NO 及び SO_2 を含んだ排気ガスがパティキュレートフィルタ70の排気上流側へ流入することになる。

【0078】図23(A)及び(B)はパティキュレートフィルタ70における排気ガス接触面の拡大図を模式的に表している。なお、図23(A)及び(B)において60は白金Ptの粒子を示しており、61はカリウムKを含んでいる活性酸素放出剤を示している。

【0079】上述したように排気ガス中には多量の過剰酸素が含まれているので排気ガスがパティキュレートフィルタの排気ガス接触面内に接触すると、図23(A)に示されるようにこれら酸素 O_2 が O_2^- 又は O^{2-} の形で白金Ptの表面に付着する。一方、排気ガス中の NO は白金Ptの表面上で O_2^- 又は O^{2-} と反応し、 NO_2 となる

($2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$)。次いで生成された NO_2 の一部は白金Pt上で酸化されつつ活性酸素放出剤61内に吸収され、カリウムKと結合しながら図23(A)に示されるように硝酸イオン NO_3^- の形で活性酸素放出剤61内に拡散し、硝酸カリウム KNO_3 を生成する。このようにして、本実施例では、排気ガスに含まれる NO_x をパティキュレートフィルタ70に吸収し、大気中への放出量を大幅に減少させることができる。

【0080】一方、上述したように排気ガス中には SO_2 も含まれており、この SO_2 も NO と同様なメカニズムによって活性酸素放出剤61内に吸収される。即ち、上述したように酸素 O_2 が O_2^- 又は O^{2-} の形で白金Ptの表面に付着しており、排気ガス中の SO_2 は白金Ptの表面上で O_2^- 又は O^{2-} と反応して SO_3 となる。次いで生成された SO_3 の一部は白金Pt上で更に酸化されつつ活性酸素放出剤61内に吸収され、カリウムKと結合しながら硫酸イオン SO_4^{2-} の形で活性酸素放出剤61内に拡散し、硫酸カリウム K_2SO_4 を生成する。このようにして活性酸素放出触媒61内には硝酸カリウム KNO_3 及び硫酸カリウム K_2SO_4 が生成される。

【0081】排気ガス中のパティキュレートは、図23(B)において62で示されるように、パティキュレートフィルタに担持された活性酸素放出剤61の表面上に付着する。この時、パティキュレート62と活性酸素放出剤61との接触面では酸素濃度が低下する。酸素濃度が低下すると酸素濃度の高い活性酸素放出剤61内との間で濃度差が生じ、斯くして活性酸素放出剤61内の酸素がパティキュレート62と活性酸素放出剤61との接触面に向けて移動しようとする。その結果、活性酸素放出剤61内に形成されている硝酸カリウム KNO_3 がカリウムKと酸素Oと NO とに分解され、酸素Oがパティキュレート62と活性酸素放出剤61との接触面に向かい、 NO が活性酸素放出剤61から外部に放出される。外部に放出された NO は下流側の白金Pt上において酸化され、再び活性酸素放出剤61内に吸収される。

【0082】一方、このとき活性酸素放出剤61内に形成されている硫酸カリウム K_2SO_4 もカリウムKと酸素Oと SO_2 とに分解され、酸素Oがパティキュレート62と活性酸素放出剤61との接触面に向かい、 SO_2 が活性酸素放出剤61から外部に放出される。外部に放出された SO_2 は下流側の白金Pt上において酸化され、再び活性酸素放出剤61内に吸収される。但し、硫酸カリウム K_2SO_4 は、安定化しているために、硝酸カリウム KNO_3 に比べて活性酸素を放出し難い。

【0083】一方、パティキュレート62と活性酸素放出剤61との接触面に向かう酸素Oは硝酸カリウム KNO_3 や硫酸カリウム K_2SO_4 のような化合物から分解された酸素である。化合物から分解された酸素Oは高いエネルギーを有しており、極めて高い活性を有する。従ってパティキュレート62と活性酸素放出剤61との接触面に向かう酸素は活性酸素Oとなっている。これら活性酸素Oがパティキュレート62に接触するとパティキュレート62は数分から数十分の短時間で輝炎を発することなく酸化せしめられる。また、パティキュレート62を酸化する活性酸素Oは、活性酸素放出剤61へ NO 及び SO_2 が吸収される時にも放出される。すなわち、 NO_x は酸素原子の結合及び分離を繰り返しつつ活性酸素放出剤61内において硝酸イオン NO_3^- の形で拡散するものと考えられ、この間にも活性酸素が発生する。パティキュレート62はこの活性酸素によっても酸化せしめられる。また、このようにパティキュレートフィルタ70上に付着したパティキュレート62は活性酸素Oによって酸化せしめられるがこれらパティキュレート62は排気ガス中の酸素によっても酸化せしめられる。

【0084】ところで白金Pt及び活性酸素放出剤61はパティキュレートフィルタの温度が高くなるほど活性化するので単位時間当りに活性酸素放出剤61から放出される活性酸素Oの量はパティキュレートフィルタの温度が高くなるほど増大する。また、当然のことながら、パティキュレート自身の温度が高いほど酸化除去され易くなる。従ってパティキュレートフィルタ上において単位時間当りに輝炎を発することなくパティキュレートを酸化除去可能な酸化除去可能微粒子量はパティキュレートフィルタの温度が高くなるほど増大する。

【0085】図24の実線は単位時間当りに輝炎を発することなく酸化除去可能な酸化除去可能微粒子量Gを示しており、図24において横軸はパティキュレートフィルタの温度TFを示している。なお、図24は単位時間を1秒とした場合の、すなわち、1秒当たりの酸化除去可能微粒子量Gを示しているがこの単位時間としては、1分、10分等任意の時間を採用することができる。例えば、単位時間として10分を用いた場合には単位時間当たりの酸化除去可能微粒子量Gは10分間当たりの酸化除去可能微粒子量Gを表すことになり、この場合でもパティキュレートフィルタ70上において単位時間当た

りに輝炎を発することなく酸化除去可能な酸化除去可能微粒子量Gは図24に示されるようにパティキュレートフィルタ70の温度が高くなるほど増大する。

【0086】さて、単位時間当りに燃焼室から排出されるパティキュレートの量を排出微粒子量Mと称するとこの排出微粒子量Mが酸化除去可能微粒子量Gよりも少ないとき、例えば、1秒当たりの排出微粒子量Mが1秒当たりの酸化除去可能微粒子量Gよりも少ないとき、或いは10分当たりの排出微粒子量Mが10分当たりの酸化除去可能微粒子量Gよりも少ないとき、即ち図24の領域Iでは燃焼室から排出された全てのパティキュレートがパティキュレートフィルタ70上において輝炎を発することなく順次短時間のうちに酸化除去せしめられる。

【0087】これに対し、排出微粒子量Mが酸化除去可能微粒子量Gよりも多いとき、即ち図24の領域IIでは全てのパティキュレートを順次酸化するには活性酸素量が不足している。図25(A)～(C)はこのような場合におけるパティキュレートの酸化の様子を示している。

【0088】即ち、全てのパティキュレートを酸化するには活性酸素量が不足している場合には図25(A)に示すようにパティキュレート62が活性酸素放出剤61上に付着するとパティキュレート62の一部のみが酸化され、十分に酸化されなかったパティキュレート部分がパティキュレートフィルタの排気上流側面上に残留する。次いで活性酸素量が不足している状態が継続すると次から次へと酸化されなかったパティキュレート部分が排気上流側面上に残留し、その結果図25(B)に示されるようにパティキュレートフィルタの排気上流面が残留パティキュレート部分63によって覆われるようになる。

【0089】このような残留パティキュレート部分63は、次第に酸化され難いカーボン質に変質し、また、排気上流面が残留パティキュレート部分63によって覆われると白金PtによるNO、SO₂の酸化作用及び活性酸素放出剤61による活性酸素の放出作用が抑制される。それにより、時間を掛ければ徐々に残留パティキュレート部分63を酸化させることができるが、図25

(C)に示されるように残留パティキュレート部分63の上に別のパティキュレート64が次から次へと堆積する。即ち、パティキュレートが積層状に堆積すると、これらパティキュレートは、白金Ptや活性酸素放出剤から距離を隔てているために、例えば酸化され易いパティキュレートであっても活性酸素によって酸化されることはない。従ってこのパティキュレート64上に更に別のパティキュレートが次から次へと堆積する。即ち、排出微粒子量Mが酸化除去可能微粒子量Gよりも多い状態が継続するとパティキュレートフィルタ上にはパティキュレートが積層状に堆積してしまう。

【0090】このように図24の領域Iではパティキュ

レートはパティキュレートフィルタ上において輝炎を発することなく短時間のうちに酸化せしめられ、図24の領域IIではパティキュレートがパティキュレートフィルタ上に積層状に堆積する。従って、排出微粒子量Mと酸化除去可能微粒子量Gとの関係を領域Iにすれば、パティキュレートフィルタ上へのパティキュレートの堆積を防止することができる。その結果、パティキュレートフィルタ70における排気ガス流の圧損は全くと言っていいほど変化することなくほぼ一定の最小圧損値に維持される。斯くして機関の出力低下を最小限に維持することができる。しかしながら、これが常に実現されるとは限らず、何もしなければパティキュレートフィルタにはパティキュレートが堆積することがある。

【0091】本実施例では、前述の電子制御ユニット30により図26に示す第一フローチャートに従って弁体71aの開度制御を実施し、パティキュレートフィルタへのパティキュレートの堆積を防止している。本フローチャートは所定時間毎に繰り返される。先ず、ステップ101において、パティキュレートフィルタの温度TFが検出される。この検出には、パティキュレートフィルタに温度センサを設けて直接的に検出する。また、機関始動から所定時間毎にパティキュレートフィルタに流入した排気ガス量及び排気ガス温度等に基づきパティキュレートフィルタの温度を算出するようにしても良い。次いで、負荷センサ41及びクランク角センサ42等を使用して現在の機関運転状態が把握される。本実施例のディーゼルエンジンの場合には、二つの燃焼方式のうちのいずれの燃焼方式が採用されているかも把握される。この運転状態の把握によって、排気ガス量、排気ガス温度、排気ガス中の酸素濃度、及び、排出微粒子量等を推定することが可能である。

【0092】次いで、ステップ103において、排気ガス中の酸素濃度及び排出微粒子量等に基づき現在必要とされるパティキュレートフィルタの酸化除去可能微粒子量が算出され、この酸化除去可能微粒子量をもたらずパティキュレートフィルタの最低温度TFtが算出される。ステップ104では、現在のパティキュレートフィルタの温度TF、排気ガス量、及び、排気ガス温度等に基づき、パティキュレートフィルタの温度変化量dTFが算出される。

【0093】次いで、ステップ105では、パティキュレートフィルタにおいて、現在の温度TFに温度変化量dTFが加えられ、その結果が最低温度TFtを上回るか否かが判断される。例えば、パティキュレートフィルタの現在の温度TFがかなり高く、排気ガス温度が、この温度TFより低くてパティキュレートフィルタの温度を低下させる場合でも、ステップ105における判断が肯定されるならば、特に問題はなく、弁体71aは一方の遮断位置のままとされて終了する。

【0094】しかしながら、ステップ105における判

断が否定される時は、このままではパティキュレートフィルタ上にパティキュレートが堆積して酸化除去が困難となるために、排気ガスがパティキュレートフィルタを通過せずにバイパスするようにする。ステップ106では、バイパスさせる排気ガス量を算出する。ステップ103及び104における最低温度 T_{Ft} 及び温度変化量 dT_F は、排気ガスの全量がパティキュレートフィルタへ流入した場合であり、例えば、パティキュレートフィルタへ流入する排気ガスが半分となれば、排出微粒子量、すなわち、パティキュレートフィルタへ流入する微粒子量も半減され、必要な最低温度 T_{Ft} も下げることができる。さらに、排気ガス温度がパティキュレートフィルタの現在の温度 T_F より低い場合には、温度変化量 dT_F がマイナス値となるが、この絶対値を小さくすることができる。こうして、排気ガス温度がパティキュレートフィルタの現在の温度 T_F より低い場合において、ステップ105での判断が、大きな差でなく否定された時には、ステップ107において、弁体71aは現在の遮断位置と前述の中間位置との間の適当な開度とされ、ステップ106において算出された一部の排気ガスをバイパスさせることにより、パティキュレートフィルタでのパティキュレートの堆積を防止することができる。

【0095】もちろん、排気ガス温度が非常に低い場合には、パティキュレートフィルタの大幅な温度低下を防止するために、弁体71aは中間位置とされ、全ての排気ガスをバイパスさせる。ところで、ステップ103において算出される現在必要な酸化除去可能微粒子量は、常に現在の排出微粒子量だけを酸化除去できれば良いものではない。例えば、機関減速時等にフューエルカットが実施されれば、排出微粒子量はほぼゼロとなるが、この時に必要な酸化除去可能微粒子量をゼロとして、最低温度 T_{Ft} を 100°C 以下(図24参照)とすると、実際にパティキュレートフィルタの温度が 100°C 以下となった場合において、次の機関加速時には、パティキュレートフィルタの温度は直ぐには昇温せず、ほとんどのパティキュレートを酸化除去できないこととなる。従って、必要な酸化除去可能微粒子量は常に所定量以上とし、すなわち、パティキュレートフィルタの最低温度 T_{Ft} は、例えば、 200°C を下回らないようにすることが好ましい。

【0096】また、機関運転状態によっては、排出微粒子量が多量となってステップ105における判断が否定されることがあるが、この時にも一部の排気ガスをバイパスさせることにより、排出微粒子量、すなわち、パティキュレートフィルタへ流入する微粒子量を低減させることができ、パティキュレートフィルタでのパティキュレートの堆積を防止することが可能である。

【0097】図27は、パティキュレートフィルタへのパティキュレートの堆積を防止するために、第一フローチャートに代えて実施される第二フローチャートであ

る。これを以下に説明する。本フローチャートも所定時間毎に繰り返される。まず、ステップ201において、現在の燃料噴射量 T_{AU} が所定量 T_{AU1} より少ないか否かが判断される。この判断が否定される時には、燃料噴射量 T_{AU} は比較的多く、排気温度が高くなるために、パティキュレートフィルタの温度を大幅に低下させることはなく、弁体71aは一方の遮断位置のままとされて終了する。

【0098】一方、ステップ201における判断が肯定される時には、排気ガス温度が低くなり、全ての排気ガスをパティキュレートフィルタに通過させると、パティキュレートフィルタの温度を大幅に低下させ、酸化除去可能微粒子量を大幅に低下させることとなるために、排気ガス温度が低いほど、又は、燃料噴射量が少ないほど、多くの排気ガスがパティキュレートフィルタを通過せずにバイパスするように、バイパス排気ガス量が算出され、このバイパス排気ガス量に基づきステップ203において弁体71aが一方の遮断位置と中間位置との間において開度制御される。

【0099】こうして、例えば、排気ガスが非常に低温度となるフューエルカット時においては全ての排気ガスをバイパスさせ、排気ガスがそれほど低温度でない時には、一部の排気ガスをバイパスさせ、パティキュレートフィルタの大幅な温度低下を防止することにより、パティキュレートフィルタの酸化除去可能微粒子量を比較的高く維持し、パティキュレートフィルタへのパティキュレートの堆積を防止することができる。

【0100】もちろん、本フローチャートにおいて、ステップ201の判断が肯定される時には、パティキュレートフィルタの温度低下を確実に防止するために、全ての排気ガスをバイパスさせるようにしても良い。本フローチャートは、第一フローチャートに比較してラフな制御であるが、複雑な計算を必要としないために非常に簡単である。また、ステップ201における燃料噴射量の判断に代えて、例えば、車両走行中において運転者がブレーキペダルを踏み込んだことを検出し、この時には、フューエルカットが実施されるために、全ての排気ガスをバイパスさせるようにしても良い。また、例えば、車両停止中において運転者がアクセルペダルを放していることを検出し、この時にはアイドル時であるために燃料噴射量が僅かであり、全ての又は一部の排気ガスをバイパスさせるようにしても良い。

【0101】第一フローチャート及び第二フローチャートによって排気ガスをバイパスさせた時には、パティキュレートフィルタ隔壁にパティキュレートが残留していたとしても、排気ガスのバイパスによって残留パティキュレート上にさらにパティキュレートが堆積することはない。それにより、隔壁の活性酸素放出剤から放出される活性酸素によって、この残留パティキュレートは徐々に酸化除去される。活性酸素放出剤から放出される活性

酸素は有限であり、活性酸素放出剤は、活性酸素を放出してパティキュレートに酸化除去に使用した後は、前述のごとく雰囲気中の酸素を吸収しなければ、新たに活性酸素放出することはできない。こうして、全ての排気ガスがバイパスされていると、隔壁周囲には新たな酸素が供給されず、酸素不足によってこのような活性酸素放出剤による酸素の吸放出が不活発となり、残留パティキュレートを完全に酸化除去できないことがある。また、隔壁の活性酸素放出剤に接触していないパティキュレートは酸素不足によって酸化され難い。それにより、第一フローチャート及び第二フローチャートにおいて、排気ガスをバイパスさせる際には、常にそうしなくても良いが、全ての排気ガスをバイパスさせずに、少なくとも一部の排気ガスがパティキュレートフィルタを通過するようにし、パティキュレートフィルタ隔壁周囲を酸素不足としないことが好ましい。

【0102】図29は、排気浄化装置のもう一つの実施例を示す平面図であり、図18に示す排気浄化装置との違いは、第一接続部72a及び第二接続部72bのそれぞれに酸素を供給する酸素供給装置74a及び74bが設けられていることである。本実施例によって、好ましくは、前述のように一部の排気ガスがパティキュレートフィルタを通過する時に、排気上流側となる一方の接続部72a又は72bへ酸素を供給することが可能である。それにより、パティキュレートフィルタ隔壁周囲の酸素不足は確実に防止され、パティキュレートフィルタ隔壁に残留するパティキュレートを排気バイパス中において確実に酸化除去することができる。

【0103】図30は、排気浄化装置のさらにもう一つの実施例を示す平面図であり、図18に示す排気浄化装置との違いは、パティキュレートフィルタの両側へ広範囲に燃料のような還元剤を供給する還元剤供給装置75a及び75bが設けられていることである。本実施例によって、好ましくは、前述のように一部の排気ガスがパティキュレートフィルタを通過する時に、パティキュレートフィルタの排気入口側へ還元剤を供給することが可能である。それにより、この還元剤は、パティキュレートフィルタ隔壁に担持された白金Ptのような酸化触媒によって酸素不足とならずに良好に燃焼させられ、この燃焼熱によってパティキュレートフィルタの排気入口部が昇温するだけでなく、この燃焼熱は排気ガスによってパティキュレートフィルタの排気出口部も昇温させる。こうして、パティキュレートフィルタ全体が昇温させられるために、パティキュレートフィルタの酸化除去可能微粒子量が向上し、排気バイパス中において隔壁の残留パティキュレートを確実に酸化除去することができる。本実施例において、還元剤供給装置は、パティキュレートフィルタへ直接的に還元剤を供給するために、接続部72a、72bの内壁に付着する等の無駄な還元剤の使用が防止され、還元剤を必要最小限とすることができ

る。

【0104】また、第一フローチャート及び第二フローチャートにおいて、一時的にはあるが、パティキュレートフィルタを通過しない排気ガスが大気中に放出されることとなる。しかしながら、第一フローチャートにおいて、排出微粒子量が多量となった時以外は、排気ガスが比較的低温度である時、すなわち、燃料噴射量が少なく排出微粒子量が非常に少ない時であるために、あまり問題とはならない。

【0105】ところで、本実施例で使用したようなウォールフロー型パティキュレートフィルタでは、パティキュレートは、排気ガスが主に衝突する隔壁54の排気上流側表面及び細孔内の排気ガス流対向面、すなわち、隔壁54の一方の捕集面に衝突捕集され、この一方の捕集面からの活性酸素の放出が捕集パティキュレートに対して不十分であると、全て酸化除去されずに残留することとなる。第一フローチャート及び第二フローチャートによって、このようなパティキュレートの残留はほぼ防止されるが、何らかの理由によって図28(A)に示すように隔壁の一方の捕集面にパティキュレートが残留したとしても、前述したように、切換部71内の弁体71aは二つの遮断位置とすることが可能であり、すなわち、パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを切り換え可能となっているために、定期的に、不定期に、所定走行距離毎に、又は、第一フローチャート又は第二フローチャートによって弁体71aが中間位置とされた後に、弁体71aを他方の遮断位置へ切り換えれば、この残留及び堆積パティキュレートを酸化除去することができる。

【0106】なぜなら、パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側との逆転によって、隔壁の一方の捕集面に残留するパティキュレート上には、さらにパティキュレートが堆積することはなく、一方の捕集面から放出される活性酸素によって残留パティキュレートは徐々に酸化除去される。また、特に隔壁の細孔内に残留するパティキュレートは、逆方向の排気ガス流によって、図28(B)に示すように、容易に破壊されて細分化され、細孔内を主に下流側へ移動する。

【0107】それにより、細分化された多くのパティキュレートは、隔壁の細孔内に分散し、すなわち、パティキュレートは流動することにより、隔壁の細孔内表面に担持させた活性酸素放出剤と直接的に接触して酸化除去される機会が多くなる。こうして、隔壁の細孔内にも活性酸素放出剤を担持させることで、残留パティキュレートを格段に酸化除去させ易くなる。さらに、この酸化除去に加えて、排気ガスの逆流によって上流側となった隔壁54の他方の捕集面、すなわち、現在において排気ガスが主に衝突する隔壁54の排気上流側表面及び細孔内の排気ガス流対向面（一方の捕集面とは反対側の関係となる）では、排気ガス中の新たなパティキュレートが付

着して活性酸素放出剤から放出された活性酸素によって酸化除去される。これらの酸化除去の際に活性酸素放出剤から放出された活性酸素の一部は、排気ガスと共に下流側へ移動し、排気ガスの逆流によっても依然として残留するパティキュレートは酸化除去する。

【0108】すなわち、隔壁における一方の捕集面の残留パティキュレートには、この捕集面から放出される活性酸素だけでなく、排気ガスの逆流によって隔壁の他方の捕集面でのパティキュレートの酸化除去に使用された残りの活性酸素が排気ガスによって到来する。それにより、パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転させてパティキュレートフィルタ隔壁の一方の捕集面と他方の捕集面とをパティキュレートの捕集に交互に使用することにより、逆転時にパティキュレートフィルタ隔壁の一方の捕集面にある程度パティキュレートが積層状に堆積していたとしても、排気ガスの逆流によって、この堆積パティキュレートへも活性酸素が到来することに加えて、さらにパティキュレートが堆積することはないために、堆積パティキュレートは徐々に酸化除去され、次の逆流までに、ある程度の時間があれば、この間で十分に酸化除去可能である。こうして、パティキュレートの捕集に第一捕集面と第二捕集面とが交互に使用されると、常に単一の捕集面でパティキュレートを捕集する場合に比較して、各捕集面でのパティキュレート捕集量を低減することができ、パティキュレートの酸化除去に有利である。

【0109】また、パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転する時に、パティキュレートフィルタ隔壁の一方の捕集面に多量のパティキュレートが堆積してしまったとしても、この堆積パティキュレートは、排気ガスの逆流によって比較的容易に破壊及び細分化されるために、隔壁の細孔内で酸化除去できなかった一部のパティキュレートはパティキュレートフィルタから排出されることとなるが、パティキュレートフィルタの排気抵抗がさらに高まって車両走行に悪影響を与えることはなく、多量の堆積パティキュレートが一度に着火燃焼して多量の燃焼熱によりパティキュレートフィルタを溶損させることもない。また、パティキュレートフィルタ隔壁の他方の捕集面によって新たなパティキュレートの捕集が可能となる。

【0110】また、排気ガスの空燃比をリッチにすると、すなわち、排気ガス中の酸素濃度を低下させると、活性酸素放出剤61から外部に活性酸素Oが一気に放出される。この一気に放出された活性酸素Oによって、堆積パティキュレートは酸化され易いものとなって容易に酸化除去される。

【0111】一方、空燃比がリーンに維持されていると白金Ptの表面が酸素で覆われ、いわゆる白金Ptの酸素被毒が生じる。このような酸素被毒が生じるとNO_xに対する酸化作用が低下するためにNO_xの吸収効率が

低下し、斯くして活性酸素放出剤61からの活性酸素放出量が低下する。しかしながら空燃比がリッチにされると白金Pt表面上の酸素が消費されるために酸素被毒が解消され、従って空燃比が再びリッチからリーンに切り換えられるとNO_xに対する酸化作用が強まるためにNO_xの吸収効率が高くなり、斯くして活性酸素放出剤61からの活性酸素放出量が増大する。

【0112】従って、空燃比がリーンに維持されている時に空燃比を時折リーンからリッチに一時的に切り換えるとその都度白金Ptの酸素被毒が解消されるために空燃比がリーンである時の活性酸素放出量が増大し、斯くしてパティキュレートフィルタ70上におけるパティキュレートの酸化作用を促進することができる。

【0113】さらに、この酸素被毒の解消は、言わば、還元物質の燃焼であるために、発熱を伴ってパティキュレートフィルタを昇温させる。それにより、パティキュレートフィルタにおける酸化除去可能微粒子量が向上し、さらに、残留及び堆積パティキュレートの酸化除去が容易となる。弁体71aによってパティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを切り換えた直後に排気ガスの空燃比をリッチにすれば、パティキュレートが残留していないパティキュレートフィルタ隔壁における他方の捕集面では、一方の捕集面に比較して活性酸素を放出し易いために、さらに多量の放出される活性酸素によって、一方の捕集面の残留パティキュレートをさらに確実に酸化除去することができる。もちろん、弁体71aの切り換えとは無関係に時折排気ガスの空燃比をリッチにしても良く、それにより、パティキュレートフィルタへパティキュレートが残留及び堆積し難くなる。

【0114】排気ガスの空燃比をリッチにする方法としては、例えば、前述の低温燃焼を実施すれば良い。もちろん、通常燃焼から低温燃焼へ切り換わる時に、又は、それに先だってパティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを切り換えるようにしても良い。また、排気ガスの空燃比をリッチにするために、単に燃焼空燃比をリッチにしても良い。また、圧縮行程での通常の主燃料噴射に加えて、機関燃料噴射弁によって排気行程又は膨張行程において気筒内に燃料を噴射（ポスト噴射）しても良く、又は、吸気行程において気筒内に燃料を噴射（ビゴム噴射）しても良い。もちろん、ポスト噴射又はビゴム噴射は、主燃料噴射との間に必ずしもインターバルを設ける必要はない。また、機関排気系に燃料を供給することも可能である。また、前述したように、低温燃焼は機関低負荷側で実施されるために、機関減速時のフューエルカット直後に低温燃焼が実施される。こうして、弁体71aが中間位置とされた直後に低温燃焼が実施される機会が多い。また、前述の還元剤供給装置によって還元剤を供給することにより、排気ガスの空燃比をリッチにすることも可能である。

【0115】ところで、排気ガス中のカルシウムCaは

SO_3 が存在すると、硫酸カルシウム CaSO_4 を生成する。この硫酸カルシウム CaSO_4 は、酸化除去され難く、パティキュレートフィルタ上にアッシュとして残留することとなる。従って、硫酸カルシウムの残留によるパティキュレートフィルタの目詰まりを防止するためには、活性酸素放出剤 61 としてカルシウム Ca よりもイオン化傾向の高いアルカリ金属又はアルカリ土類金属、例えばカリウム K を用いることが好ましく、それにより、活性酸素放出剤 61 内に拡散する SO_3 はカリウム K と結合して硫酸カリウム K_2SO_4 を形成し、カルシウム Ca は SO_3 と結合することなくパティキュレートフィルタの隔壁を通過する。従ってパティキュレートフィルタがアッシュによって目詰まりすることがなくなる。こうして、前述したように活性酸素放出剤 61 としてはカルシウム Ca よりもイオン化傾向の高いアルカリ金属又はアルカリ土類金属、即ちカリウム K 、リチウム Li 、セシウム Cs 、ルビジウム Rb 、バリウム Ba 、ストロンチウム Sr を用いることが好ましいことになる。

【0116】また、活性酸素放出剤としてパティキュレートフィルタに白金 Pt のような貴金属のみを担持させても、白金 Pt の表面上に保持される NO_2 又は SO_3 から活性酸素を放出させることができる。ただし、この場合には酸化除去可能微粒子量 G を示す実線は図 24 に示す実線に比べて若干右側に移動する。また、活性酸素放出剤としてセリアを用いることも可能である。セリアは、排気ガス中の酸素濃度が高いと酸素を吸収し ($\text{Ce}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{CeO}_2$)、排気ガス中の酸素濃度が低下すると活性酸素を放出する ($2\text{CeO}_2 \rightarrow \text{Ce}_2\text{O}_3$) のものであるために、パティキュレートの酸化除去のために、排気ガス中の空燃比を定期的又は不定期にリッチにする必要がある。セリアに代えて、鉄又は錫を使用しても良い。

【0117】また、活性酸素放出剤として排気ガス中の NO_x 浄化に使用される NO_x 吸蔵還元触媒を用いることも可能である。この場合においては、 NO_x 又は SO_x を放出させるために排気ガスの空燃比を少なくとも一時的にリッチにする必要があり、このリッチ化制御をパティキュレートフィルタの上流側と下流側との逆転後に実施することが好ましい。

【0118】このように、パティキュレートフィルタの排気上流側と排気下流側とを逆転可能にすることは好ましいが、これは、本発明を限定するものではなく、もちろん、単にパティキュレートフィルタの上流側と排気側とを連通するバイパス通路によって、必要に応じて排気ガスの全部又は一部をバイパスさせるようにしても良い。また、本実施形態のディーゼルエンジンは、低温燃焼と通常燃焼とを切り換えて実施するものとしたが、これは本発明を限定するものではなく、もちろん、通常燃焼のみを実施するディーゼルエンジン、又はパティキュレートを排出するガソリンエンジンにも本発明は適用可

能である。

【0119】本実施例において、パティキュレートフィルタ自身が活性酸素放出剤を担持して、この活性酸素放出剤が放出する活性酸素によりパティキュレートが酸化除去されるものとしたが、これは、本発明を限定するものではない。例えば、活性酸素及び活性酸素と同等に機能する二酸化窒素等のパティキュレート酸化物質は、パティキュレートフィルタ又はそれに担持させた物質から放出されても、外部からパティキュレートフィルタへ流入するようにしても良い。パティキュレート酸化物質が外部から流入する場合においても、パティキュレートを捕集するために、捕集壁の第一捕集面と第二捕集面とを交互に使用することで、排気下流側となった一方の捕集面では、新たにパティキュレートが堆積することはなく、この堆積パティキュレートを、他方の捕集面から流入するパティキュレート酸化成分によって徐々にでも酸化除去して、堆積パティキュレートをある程度の時間で十分に酸化除去することが可能である。この間において、他方の捕集面では、パティキュレートの捕集と共にパティキュレート酸化成分による酸化が行われるために、前述同様な効果がもたらされる。また、この場合においても、パティキュレートフィルタの昇温は、パティキュレート自身の温度を高めて酸化除去させ易くなる。

【0120】

【発明の効果】このように、本発明による内燃機関の排気浄化装置によれば、機関排気系に配置されたパティキュレートフィルタを排気ガスがバイパスすることを可能とするバイパス通路とを具備し、パティキュレートフィルタにおいては捕集したパティキュレートが酸化させられ、パティキュレートフィルタは、パティキュレートフィルタの温度に依存した酸化除去可能微粒子量を有し、現在の排気ガス状態が、多量の排出微粒子量によって又はパティキュレートフィルタの温度を低下させることによって、パティキュレートフィルタの酸化除去可能微粒子量を現在必要な酸化除去可能微粒子量より下回らせることとなる時には、排気ガスの少なくとも一部をバイパス通路によってバイパスさせるようになっている。それにより、十分な酸化除去可能微粒子量によってパティキュレートフィルタに捕集されるパティキュレートは良好に酸化除去され、パティキュレートフィルタの目詰まりは防止される。

【0121】また、本発明によるもう一つの内燃機関の排気浄化装置によれば、機関排気系に配置されたパティキュレートフィルタを排気ガスがバイパスすることを可能とするバイパス通路とを具備し、パティキュレートフィルタにおいては捕集したパティキュレートが酸化させられ、パティキュレートフィルタは、パティキュレートフィルタの温度に依存した酸化除去可能微粒子量を有し、燃料噴射量が設定値以下の時には、排気ガスの少なくとも一部をバイパス通路によってバイパスさせるよう

になっている。それにより、低温度の排気ガスがパティキュレートフィルタの温度を大幅に低下させることはなく、十分な酸化除去可能微粒子量によってパティキュレートフィルタに捕集されるパティキュレートは良好に酸化除去され、パティキュレートフィルタの目詰まりは防止される。

【0122】また、本発明によるさらにもう一つの内燃機関の排気浄化装置によれば、機関排気系に配置されたパティキュレートフィルタを排気ガスがバイパスすることを可能とするバイパス通路とを具備し、パティキュレートフィルタにおいては捕集したパティキュレートが酸化させられ、パティキュレートフィルタは、パティキュレートフィルタの温度に依存した酸化除去可能微粒子量を有し、排気ガス温度が設定温度以下の時には、排気ガスの少なくとも一部をバイパス通路によってバイパスさせるようになっている。それにより、低温度の排気ガスがパティキュレートフィルタの温度を大幅に低下させることはなく、十分な酸化除去可能微粒子量によってパティキュレートフィルタに捕集されるパティキュレートは良好に酸化除去され、パティキュレートフィルタの目詰まりは防止される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による排気浄化装置を備えるディーゼルエンジンの概略縦断面図である。

【図2】図1の燃焼室の拡大縦断面図である。

【図3】図1のシリンダヘッドの底面図である。

【図4】燃焼室の側面断面図である。

【図5】吸排気弁のリフトと燃料噴射を示す図である。

【図6】スモーク及び NO_x の発生量等を示す図である。

【図7】Aは空燃比が2.1付近でスモークの発生量が最も多い時の燃焼圧変化を示す図であり、Bは空燃比が1.8付近でスモークの発生量がほぼ零の時の燃焼圧変化を示す図である。

【図8】燃料分子を示す図である。

【図9】スモークの発生量とEGR率との関係を示す図である。

【図10】噴射燃料量と混合ガス量との関係を示す図である。

【図11】第1の運転領域I及び第2の運転領域IIを示す図である。

【図12】空燃比センサの出力を示す図である。

【図13】スロットル弁の開度等を示す図である。

【図14】第1の運転領域Iにおける空燃比を示す図で

ある。

【図15】Aはスロットル弁の目標開度のマップを示す図であり、BはEGR制御弁の目標開度のマップを示す図である。

【図16】第二燃焼における空燃比を示す図である。

【図17】Aはスロットル弁の目標開度のマップを示す図であり、BはEGR制御弁の目標開度のマップを示す図である。

【図18】機関排気系における切換部及びパティキュレートフィルタ近傍の平面図である。

【図19】図18の側面図である。

【図20】切換部内の弁体の図18とは異なるもう一つの遮断位置を示す図である。

【図21】切換部内の弁体の中間位置を示す図である。

【図22】Aはパティキュレートフィルタの構造を示す正面図であり、Bはパティキュレートフィルタの構造を示す側面断面図である。

【図23】パティキュレートの酸化作用を説明するための図である。

【図24】酸化除去可能微粒子量とパティキュレートフィルタの温度との関係を示す図である。

【図25】パティキュレートの堆積作用を説明するための図である。

【図26】パティキュレートフィルタへのパティキュレートの堆積を防止するための第一フローチャートである。

【図27】パティキュレートフィルタへのパティキュレートの堆積を防止するための第二フローチャートである。

【図28】パティキュレートフィルタの隔壁の拡大断面図である。

【図29】機関排気系における切換部及びパティキュレートフィルタ近傍のもう一つの実施例を示す平面図である。

【図30】機関排気系における切換部及びパティキュレートフィルタ近傍のさらにもう一つの実施例を示す平面図である。

【符号の説明】

6…燃料噴射弁

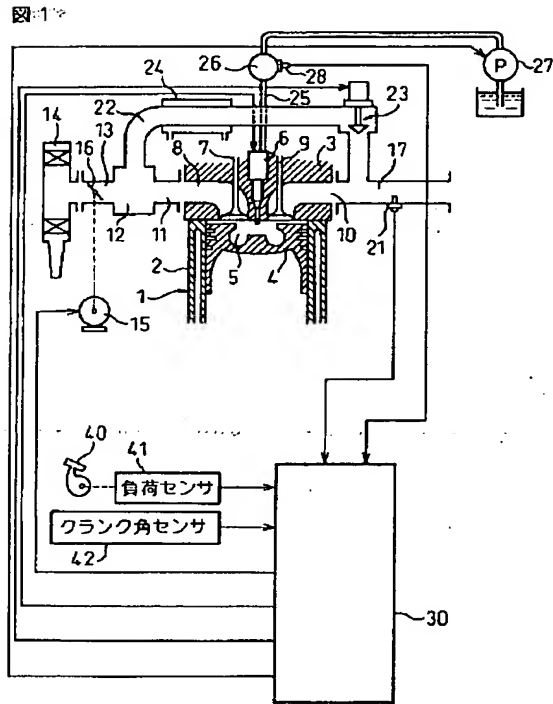
16…スロットル弁

70…パティキュレートフィルタ

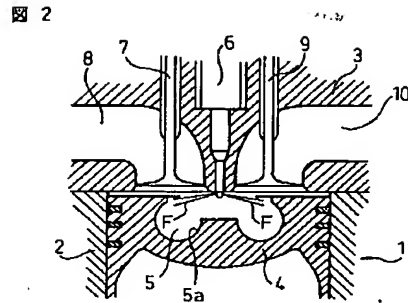
71…切換部

71a…弁体

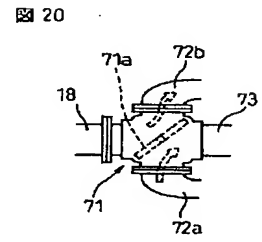
【図1】



【図2】

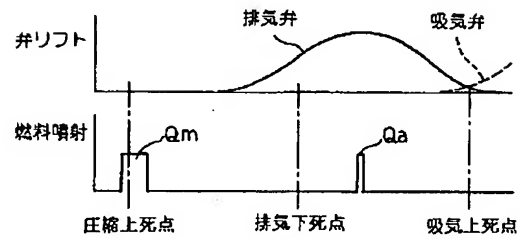


【図20】



【図5】

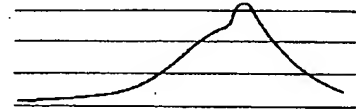
図5



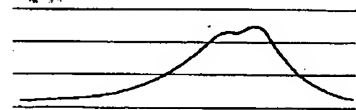
【図7】

図7

(A)

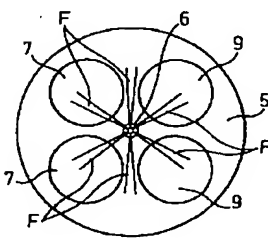


(B)



【図3】

図3



【図8】

図8

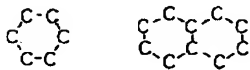
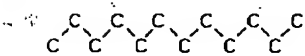
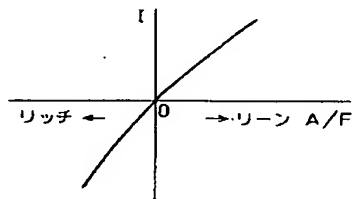


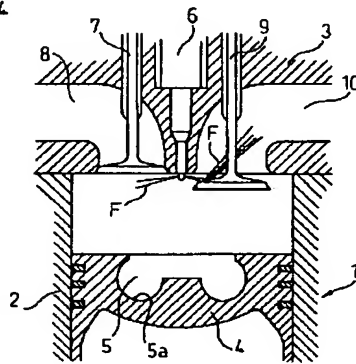
図12



【図12】

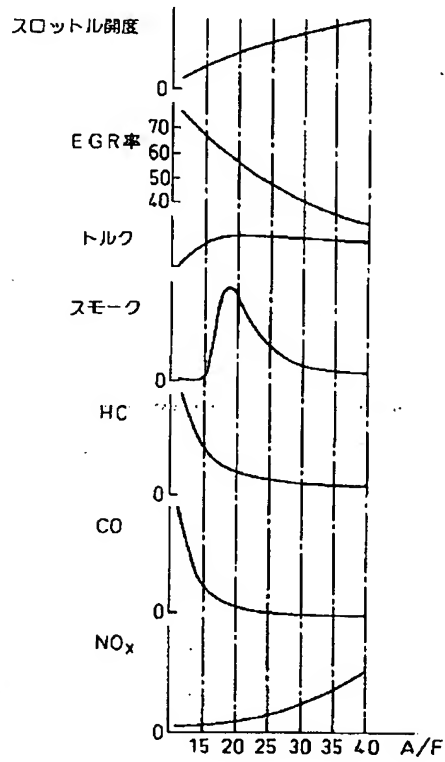
【図4】

図4



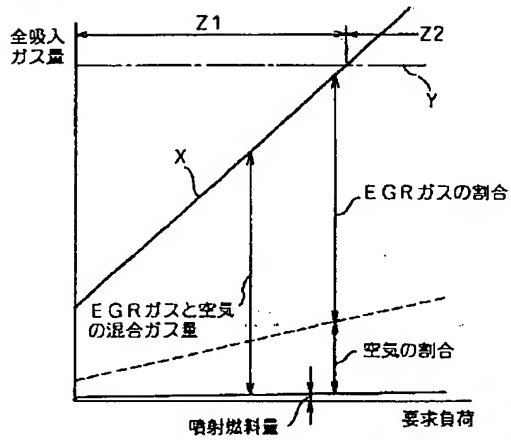
【図6】

図6



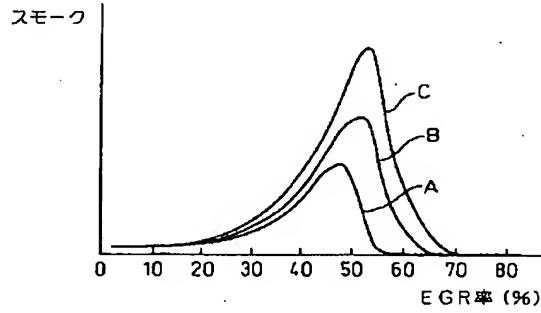
【図10】

図10



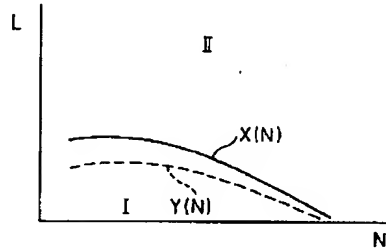
【図9】

図9



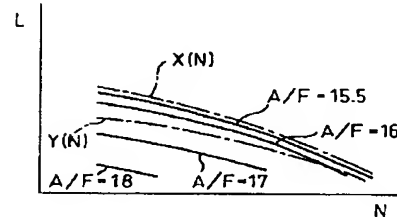
【図11】

図11



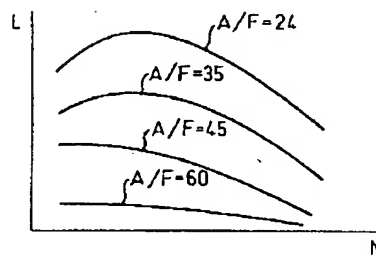
【図14】

図14



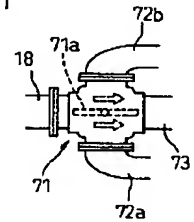
【図16】

図16

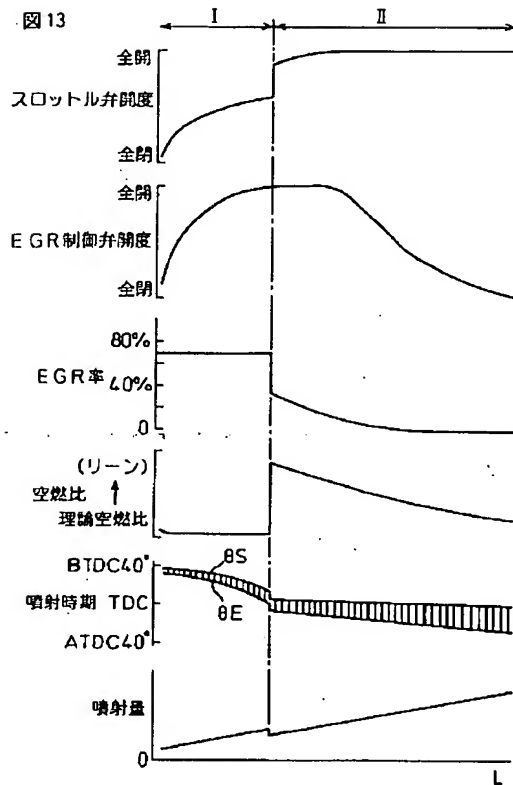


【図21】

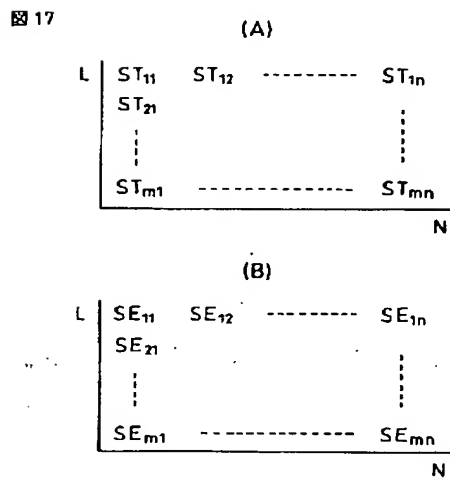
図21



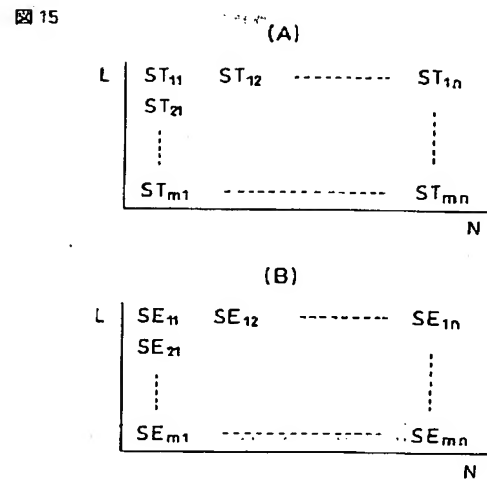
【図13】



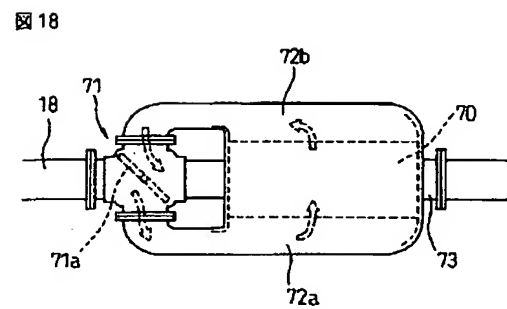
【図17】



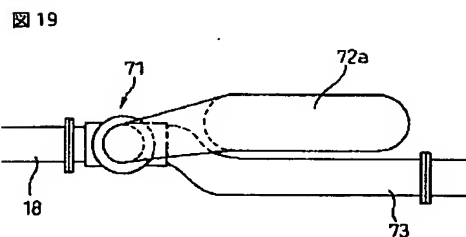
【図15】



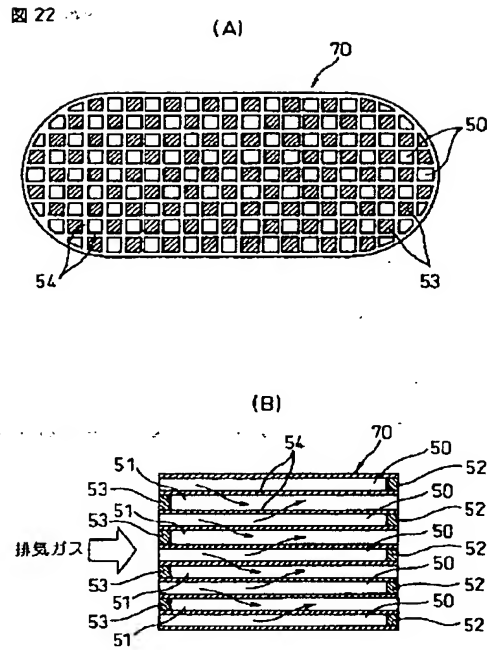
【図18】



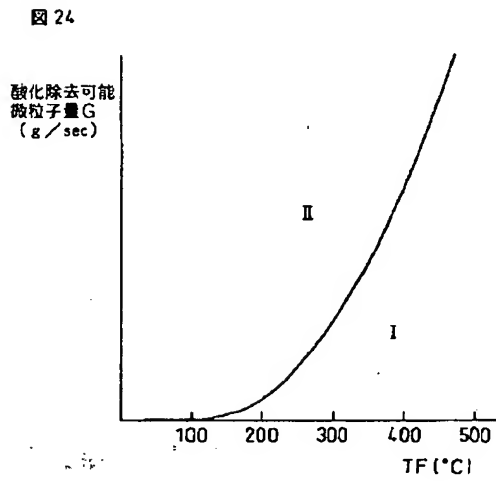
【図19】



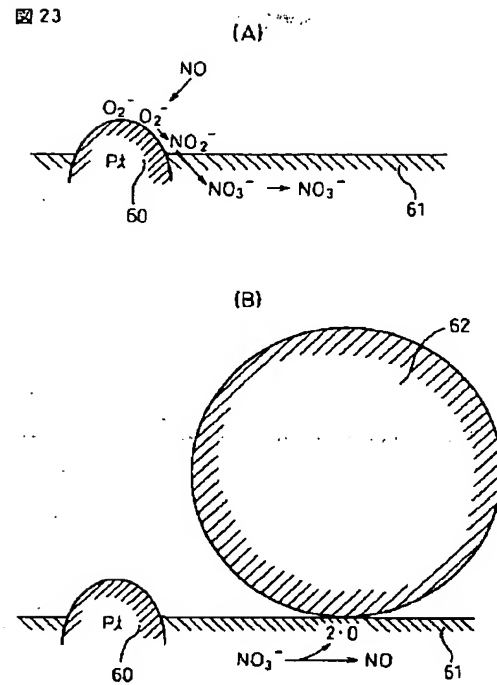
【図 22】



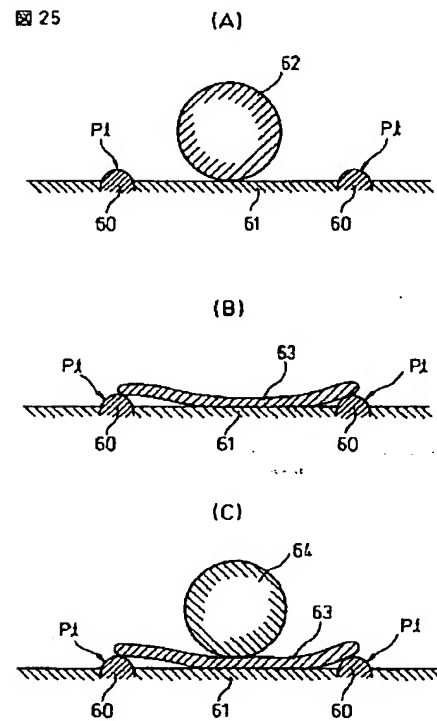
【図 24】



【図 23】

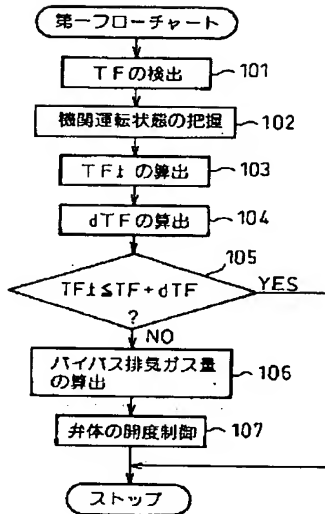


【図 25】



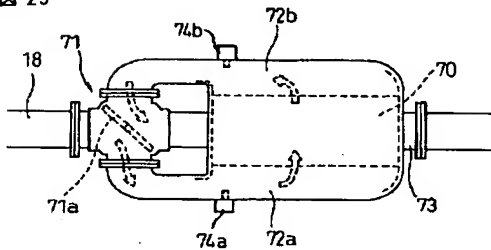
【図 26】

図 26



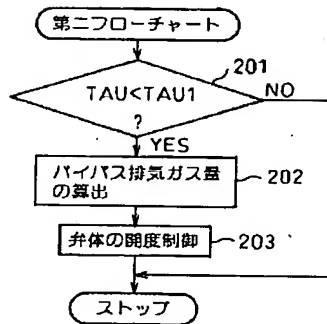
【図 29】

図 29



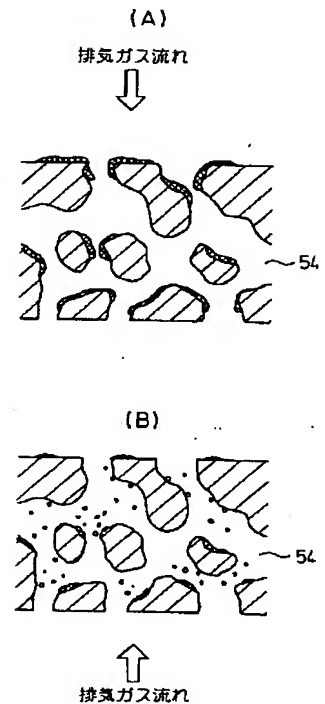
【図 27】

図 27



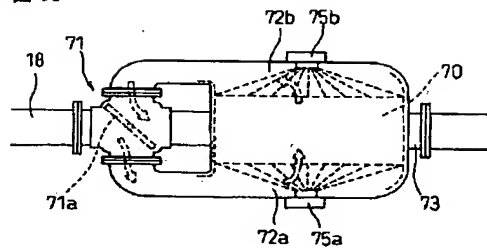
【図 28】

図 28



【図 30】

図 30



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

F 0 1 N 3/08

3/20

F 0 2 D 41/04

43/00

識別記号

3 5 5

3 8 0

3 0 1

F I

F 0 1 N 3/08

3/20

F 0 2 D 41/04

43/00

テマコード (参考)

G

F

3 5 5

3 8 0 C

3 0 1 H

3 0 1 T

(72) 発明者 伊藤 和浩

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 浅沼 孝充

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 中谷 好一郎
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動
車株式会社内
(72) 発明者 木村 光彦
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動
車株式会社内

Fターム(参考) 3G084 AA01 BA05 BA09 BA13 BA20
CA03 CA06 DA10 FA05 FA06
FA10 FA13 FA18 FA26 FA27
FA33 FA37 FA38
3G090 AA03 BA01 CB23 DA12 DA13
DA18 DA19 DA20 DB03-DB05
DB07
3G091 AA18 AB09 AB13 BA07 BA13
CA01 CA12 CA16 CA18 CB02
EA01 EA03 EA08 EA17 EA18
EA34 EA39 FA05 FA12 GA06
GB02W GB03W GB04W GB05W
GB06W GB10W GB17X HB05
3G301 HA02 HA13 JA24 JA33 KA07
KA26 LA03 LB11 MA01 MA11
NC02 NE13 NE15 PA11Z
PD12Z PD15Z PE01Z PF03Z